平成24年度環境技術実証事業

自然地域トイレし尿処理技術分野

自然地域トイレし尿処理技術
実証試験結果報告書

２０１３年３月

実　証　機　関：特定非営利活動法人山のECHO

環境技術開発者：株式会社ミッシング

技術・製品の名称　：水循環式バイオ水洗トイレ

（水使用−生物処理−プラスチック）

目　次

１．趣旨と目的 1
２．実証試験の概要 1
３．実証試験実施場所 2
　3-1　実施場所の概要 2
　3-2　実施場所の諸条件 4
４．実証装置の概要 5
　4-1　実証技術の特徴と処理フロー 5
　4-2　実証装置の仕様 5
　4-3　実証装置の設置・建設方法 16
　4-4　実証装置の運転・維持管理方法 16
　4-5　実証装置の条件設定 16
５．実証試験方法 17
　5-1　実証試験の実施体制 17
　5-2　役割分担 18
　5-3　実証試験期間 21
　5-4　実証試験項目 21
６．実証試験結果及び考察 33
　6-1　稼動条件・状況 33
　6-2　維持管理性能 44
　6-3　室内環境 49
　6-5　処理性能 54
　6-6　試験結果の全体的まとめ 79
７．本装置導入に向けた留意点 82
　7-1　設置条件に関する留意点 82
　7-2　設計、運転・維持管理に関する留意点 83
８．課題と期待 85

１．趣旨と目的

本実証試験は、自然地域トイレし尿処理技術のうち、既に実用化段階にある先進的な技術について、その環境保全効果を第三者が客観的に実証し、情報公開する事業である。山岳地等の自然地域の環境に資する適正なトイレし尿処理技術の普及を促進し、環境保全と環境産業の発展を促すことを目的とする。

本実証試験の対象となる自然地域トイレし尿処理技術とは、山岳地や山麓、海岸、離島などの自然地域で上下水道、電気（商用電源）、道路等のインフラの整備が不十分な地域、または自然環境の保全に配慮しなければならない地域において、し尿を適切に処理するための技術を指す。

具体的には、し尿を生物学的処理、化学的処理、物理学的処理、もしくはそれらの組み合わせにより処理するもので、洗浄水やし尿処理水を原則として、公共用水域等に放流・排水しない「非放流式」を対象とする。

今回の実証試験の対象となる技術は、好気性処理を中心とした水使用－生物処理－プラスチック方式で、接触酸化等の生物処理を行い、さらにオゾン処理、塩素消毒を組み合わせている。接触酸化等の生物処理により浮遊物質や有機汚濁物質を除去し、処理水をさらに活性炭処理、オゾン処理、及び消毒することで、洗浄水として再利用するものである。

2011 年 3 月 11 日の東日本大震災では東北沿岸部に大津波が押し寄せ、既存の水洗トイレ、下水道管、そして終末処理場までもが壊滅的な被害を受けた。本技術は水道のインフラが無い地域においても清潔な水洗トイレを維持管理することができ、被災地等でも活用できることが期待される。

２．実証試験の概要

実証試験の概要を表 2-1 に示す。

表 2-1　実証試験概要

項　目	内　容
実証試験期間	2012 年（平成 24 年）8 月 1 日～2013 年（平成 25 年）1 月 31 日
実証試験場所	宮城県気仙沼市大島　浦の浜・フェリーターミナル
実証機関	特定非営利活動法人山のECHO 〒105-0004　東京都港区新橋 5-5-1　IMC ビル新橋 9F TEL03-6809-1518　FAX03-6809-1412
実証申請者	株式会社ミッシング 〒067-0052　北海道江別市角山 71 番地 27 TEL011-398-8530　FAX011-398-8531
実証対象装置 （し尿処理方式）	水循環式バイオ水洗トイレ （水使用-生物処理-プラスチック）

３．実証試験実施場所

3-1　実施場所の概要

実証試験の実施場所として、三陸海岸南部で宮城県北部に位置する「宮城県立自然公園気仙沼」の浦の浜・フェリーターミナルに設置した。大島の面積は 9.05km²、平成 24 年 3 月末現在の人口は 3,029 人、世帯数 1,092 世帯となっている[気仙沼大島観光協会 HP より一部引用]。

三陸沖の黒潮の影響により、一年を通じて海洋性の比較的温暖な気候である。冬季間、僅かに降雪がみられるが、積雪することはない。

大島フェリーは、一日 8 便が運航し、島民利用の他、夏場の観光シーズンには、最大約 1000 人／日の乗降客が同ターミナルを利用する。利用の季節ピークは、例年 7 月～9 月と考えられる。

図 3-1-1　実証試験場所ＭＡＰ[Google マップより抜粋]

写真 3-1-1　気仙沼大島の航空写真[気仙沼大島観光協会 HP より抜粋]

写真 3-1-2　気仙沼大島に設置した実証装置

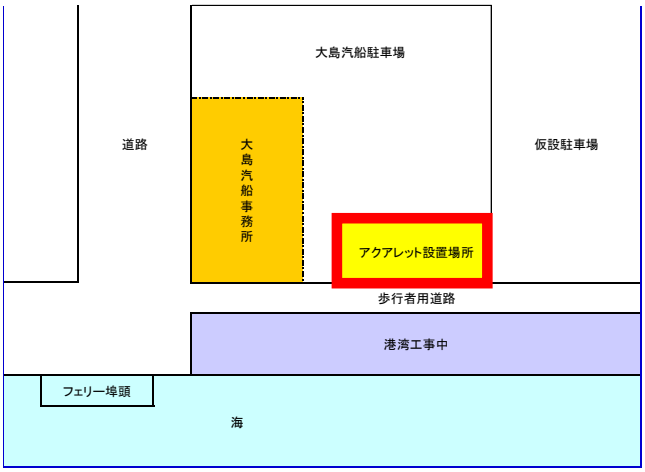


図 3-1-2　実証装置設置場所　概略図

3-2　実施場所の諸条件

以下に大島浦の浜・フェリーターミナル（気仙沼市）の自然・社会条件を示す。
また、気仙沼市周辺の気象状況について、降水量、気温を表 3-2-1 に示す。

- 平均気温：11.0℃　／平均降水量： 88.5mm
- 平均積雪量：なし
- 商用電源：あり　／水：あり　／排水設備：なし
- 所在地：利用者数：1000 人／日（最盛期）

表 3-2-1　気仙沼市の月別降水量、気温（2011 年）

		1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	平均
気温(℃)	最高	6.2	12.9	13	21	27.6	33	35	33.7	30.4	25.6	20.3	12.1	22.6
	平均	-1.7	1.3	1.6	8.2	13.7	18.7	22.9	23.1	20.2	13.7	8.6	1.2	11.0
	最低	-9.3	-6.8	-5.7	-3.5	3.6	5.4	12.9	16.6	10.4	3.7	-0.8	-5.5	1.8
降水量(mm)	合計	12.5	37	12.5	84.5	146.5	120.5	47	40.5	311	157.5	48.5	44	88.5

出典：気象庁ホームページ気象統計情報（http://www.jma.go.jp/jma/menu/report.html）

４．実証装置の概要

4-1　実証技術の特徴と処理フロー

（１）生物処理方式の一般的特徴と実証対象となる技術の概要

生物学的処理方式は、微生物等を用いて汚水を浄化し、処理する方式である。初期に一定量の水を投入すれば、水量に応じて給水せずに使用でき、非放流式であるため、山岳地などの自然地域において汚濁負荷削減効果が期待できる。

生物学的処理には好気性処理と嫌気性処理がある。好気性処理には、活性汚泥法や接触酸化法等があり、嫌気性処理には、嫌気性消化法や嫌気ろ床法等がある。また、固形分の分離にはスクリーニング、沈殿分離、ろ過、膜分離等がある。良好な水質を求めるほどコストアップや設備管理に専門性が必要となる。なかには、既存の浄化槽をベースに処理システムを構築し、処理水を循環させているものもある。

嫌気性処理と好気性処理の組み合わせ次第によっては、窒素除去が可能になることや、活性炭やオゾン処理技術を取り入れることで脱臭や脱色効果が得られる。いずれのタイプも汚泥や汚水等の発生物は、使用回数に応じて、部分的に引き抜きをする必要があり、また、洗浄水を循環したり、ばっ気するため等に電力が必要となる。

なお、循環水の性状には留意が必要であるが、循環水の水質を高度化することは設備費、維持管理費の高騰及び維持管理内容の複雑化を招くことが考えられる。

実証対象となる本技術は好気性処理を中心とした水使用-生物処理-プラスチック方式で、汚水を受け入れて汚物を粉砕する受入槽、回転接触材や紐状接触材で接触酸化を行う第一、第二、第三曝気槽、活性炭により固形物及び臭気を除去する濾過槽、塩素消毒を行う消毒槽、処理水をオゾン処理し、貯留して循環するための給水槽からなる。処理水は活性炭処理を行うことにより脱色され、塩素消毒及びオゾン処理されることから衛生学的安全性が確保される。

（２）実証対象技術の特徴

本装置の技術的特徴は、接触酸化等の生物処理を行い、さらに活性炭処理、オゾン処理、塩素消毒を組み合わせているところにある。接触酸化等の生物処理により、浮遊物質や有機汚濁物質を除去し、この処理水をさらに活性炭やオゾンで処理し、消毒することで、洗浄水として再利用することができる。

4-2　実証装置の仕様

本実証装置の仕様について、し尿処理フローを図 4-2-1 と 4-2-2 に、製品図面を図 4-2-3 と 4-2-4、技術仕様を表 4-2-1 と 4-2-2 に示す。し尿処理フロー図内の解説については次の通りである。

①大・小便器の排泄物は、洗浄水により、受入槽に流入する。
②排泄物は、受入槽でばっ気により、撹拌、粉砕される。受入槽から第一曝気槽へは、ポンプにより、1 日 14 回、1 回当たり 10L の汚水が移送される。
③第一曝気槽では、醗酵分解菌を定着させた接触材を回転させ、有機物分解を行う。
④第二曝気槽では、槽内の紐状接触担体とばっ気により、有機物分解を促進させる。
⑤第三曝気槽では、ばっ気により、更に有機物分解を促進させる。(AQL-Y-100Ⅲでは第三曝気槽はない)
⑥沈殿槽では、紐状接触材により、更に有機物分解を促進させるとともに、沈殿物はエアリフトポンプで受入槽へ 1 日 2 回、1 回当たり 10L 移送される。
⑦濾過槽では、発酵分解菌を定着させたヤシ殻活性炭の働きにより、SS の除去、及び汚水の臭気を吸着・除去する。ヤシ殻活性炭に捕捉された SS は、逆洗によりエアリフトポンプで受入槽へ 1 日 2 回、1 回当たり 10L 移送される。
⑧消毒槽では、塩素消毒剤により、消毒される。
⑨給水槽では、処理水はオゾンにより脱色され、再び便器洗浄水として利用される。

次項に処理の仕組みを工程ごとに示す。

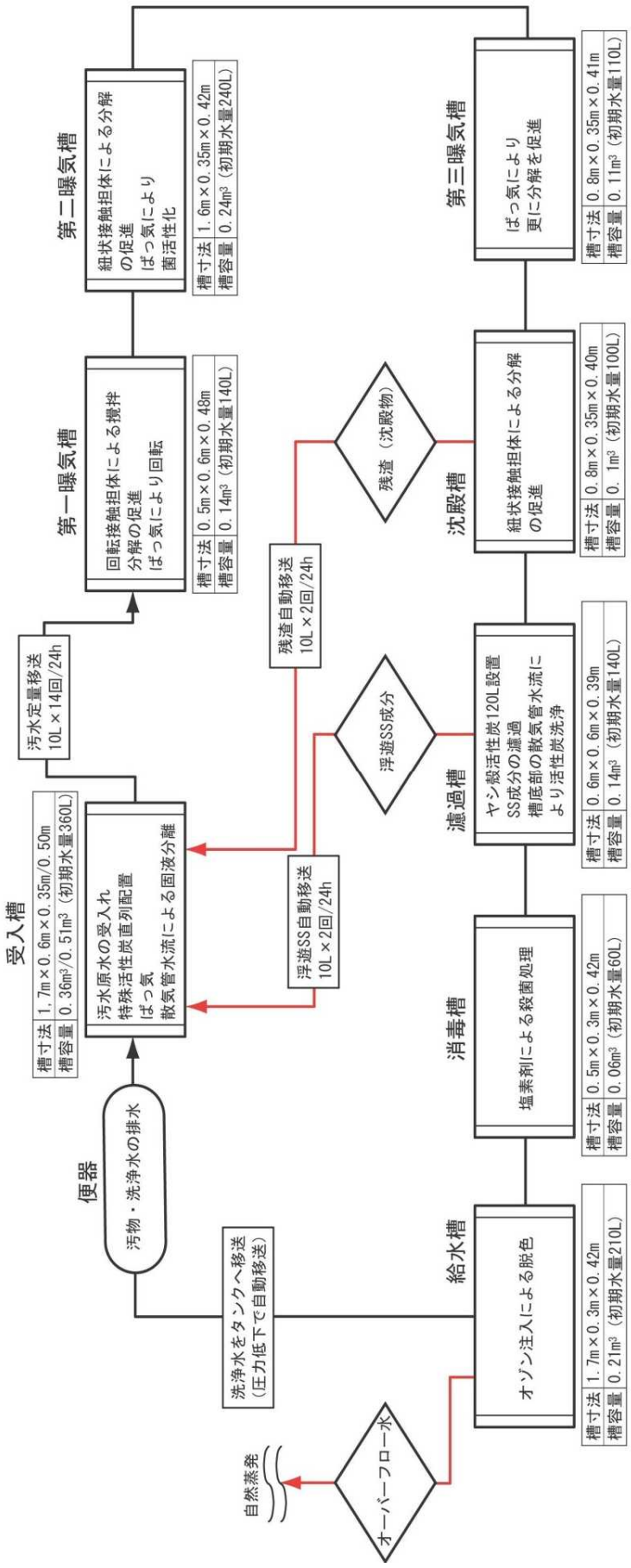


図 4-2-1　し尿処理フロー（アクアレット　男性用（AQL-YS-150Ⅲ））

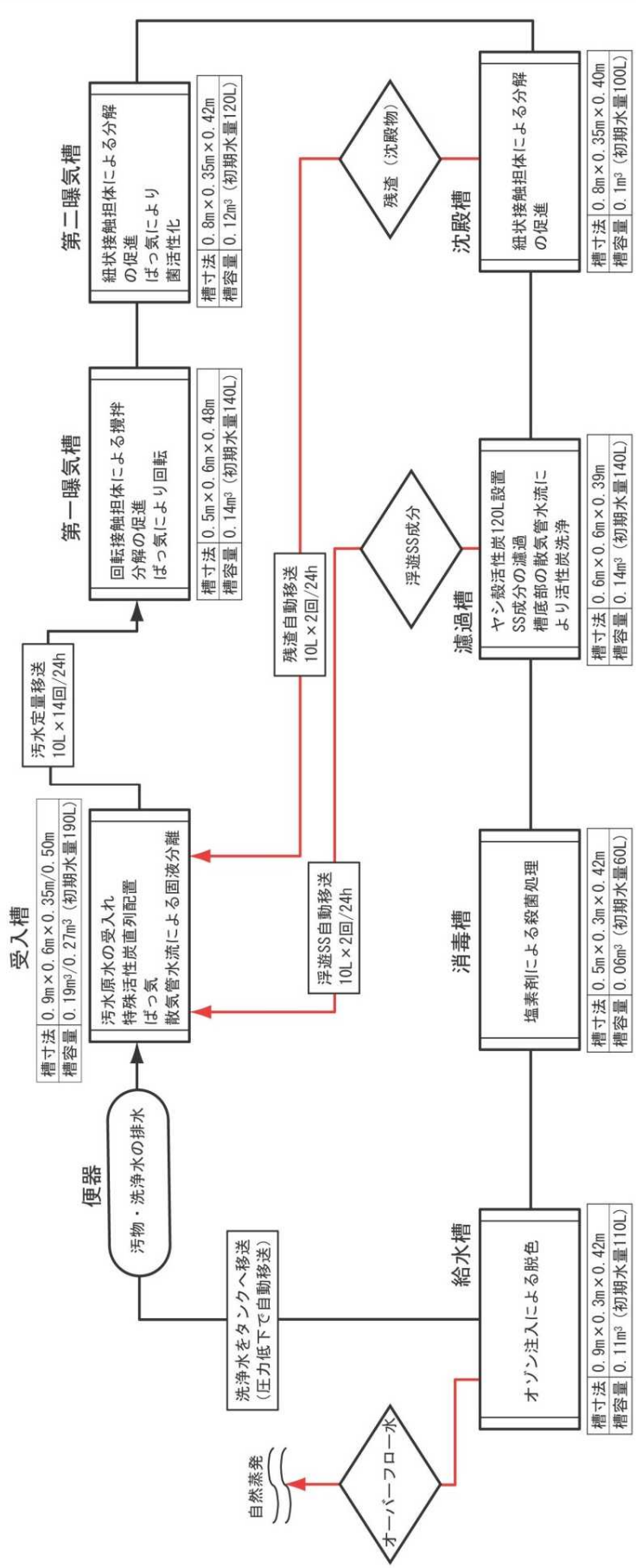
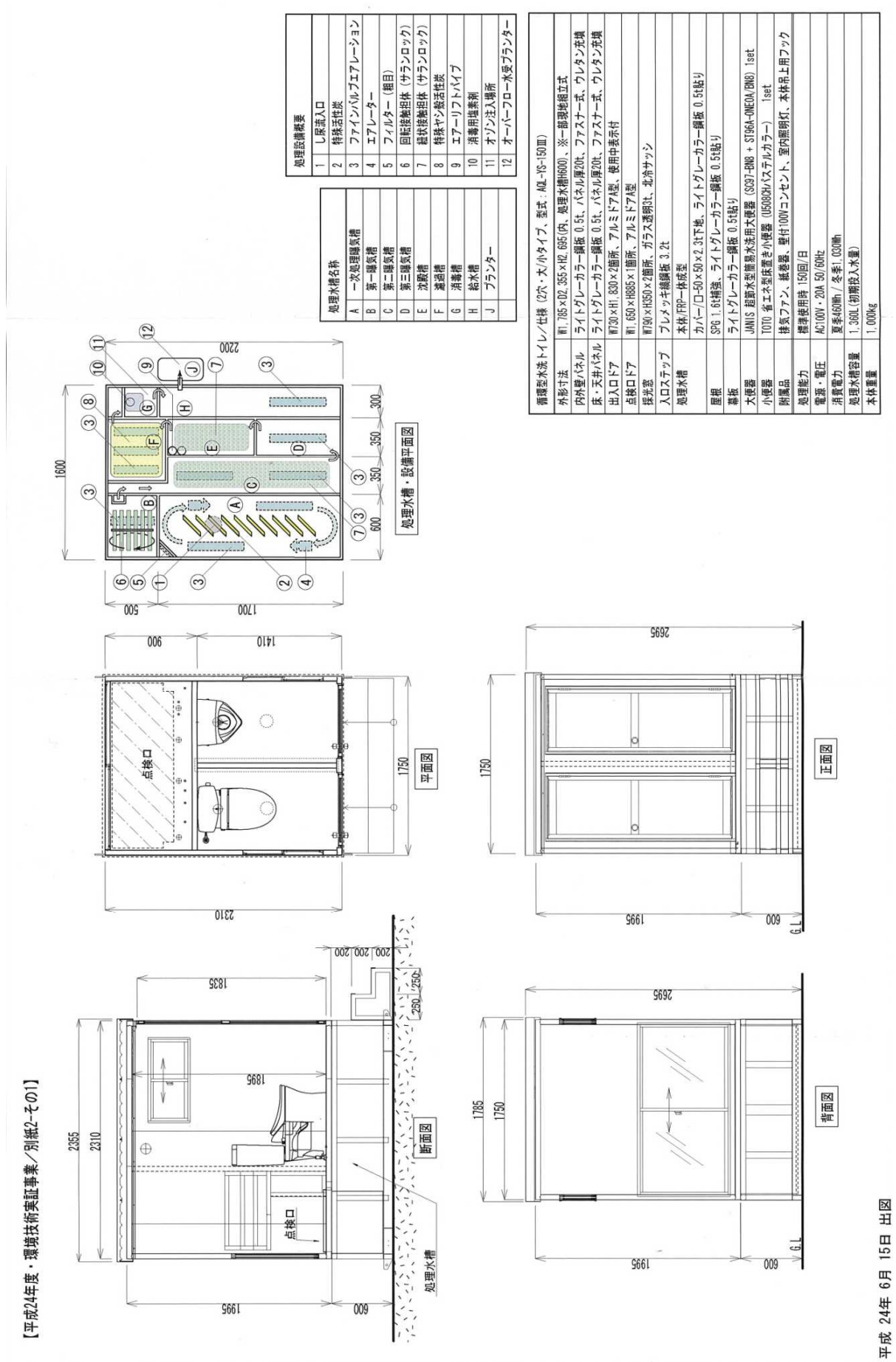


図 4-2-2　し尿処理フロー（アクアレット　女性用（AQL-Y-100Ⅲ））

表 4-2-1　実証装置の技術仕様

企業名		株式会社ミッシング	
技術名称		水循環式バイオ水洗トイレ	
装置名称		水循環式バイオ水洗トイレ「アクアレット」 ① AQL-YS-150Ⅲ　（男性用） ② AQL-Y-100Ⅲ（女性用）	
し尿処理方式		水使用 - 生物処理 - プラスチック	
製造企業名		株式会社ミッシング	
連絡先	住所	〒067-0052　北海道江別市角山 71-27	
	担当者	佐藤　繁一　/　岩田　実	
	連絡先	TEL011-398-8530　FAX011-398-8531	
	E-mail	s-sato@mishing.co.jp／m-iwata@mishing.co.jp	
設置条件	水	AQL-YS-150Ⅲ：1360L AQL-Y-100Ⅲ：860L	
	電気	使用	
	道路	使用	
使用燃料	燃料の種類	不要	
	消費量	－	
使用資材	資材の種類	塩素剤（トリクロロイソシアヌール酸 99%） 菌活性液（バチルス菌発酵液：酵母(３種)発酵液=1:1 混合） 活性炭（ヤシ殻破砕炭 4-8mesh）	
	投入量	塩素剤：0.2L／月、　菌活性液：初回 20L、以降 5L／隔月、 活性炭：受入槽 15kg、濾過槽 30kg／最大 6 カ月で交換	
温度	適正稼働が可能な気温	－15℃～35℃	
装置タイプ （トイレと処理装置が一体型）		AQL-YS-150Ⅲ	AQL-Y-100Ⅲ
		男性大１、男性小１	女性１
サイズ	処理装置のみ	W　1,785mm D　2,355mm H　2695mm	W　1,785mm D　1,555mm H　2695mm
重量	処理装置のみ	1.0t	0.7t
処理能力 0.4L／回として算定	平常時	100 人(回)／日	60 人(回)／日
	利用集中時	150 人(回)／日	90 人(回)／日
	性能提示値	BOD20mg/L 以下	
その他（特記事項）		使用開始から概ね１年程度で残渣汲み取り処理	

図 4-2-3　製品図面（アクアレット　男性用（AQL-YS-150Ⅲ））



処理設備概要	
1	し尿流入口
2	特殊活性炭
3	ファインバルブエアレーション
4	エアレーター
5	フィルター（粗目）
6	回転接触担体（サランロック）
7	縦状接触担体（サランロック）
8	特殊ヤシ殻活性炭
9	エアーリフトパイプ
10	消毒用塩素剤
11	オゾン注入場所
12	オーバーフロー水受プランター

処理水槽名称	
A	一次処理曝気槽
B	第一曝気槽
C	第二曝気槽
D	第三曝気槽
E	沈殿槽
F	濾過槽
G	消毒槽
H	給水槽
J	プランター

簡易型水洗トイレ／仕様（2穴・大／小タイプ、型式：AQL-YS-150Ⅲ）	
外形寸法	W1,785×D2,355×H2,695(内、処理水槽H600)、※一部浮上縮立式
内外壁パネル	ライトグレーカラー鋼板 0.5t、パネル厚20t、ファスナー式、ウレタン充填
床・天井パネル	ライトグレーカラー鋼板 0.5t、パネル厚20t、ファスナー式、ウレタン充填
出入口ドア	W730×H1,830×2箇所、アルミドア1型、使用中表示付
点検口ドア	W1,650×H885×1箇所、アルミドア1型
採光窓	W790×H350×2箇所、ガラス透明3t、北赤サッシ
入口ステップ	プレメッキ縞鋼板 3.2t
処理水槽	本体/FRP一体成型
	カバー/□-50×50×2.3t下地、ライトグレーカラー鋼板 0.5t貼り
屋根	SPG 1.6t補強、ライトグレーカラー鋼板 0.5t貼り
幕板	ライトグレーカラー鋼板 0.5t貼り
大便器	JANIS 超節水型簡易水洗用大便器（SC97-RN0 + ST96A-ONEOA/RN0）1set
小便器	TOTO 省エネ型床置き小便器（U506CN/パステルカラー） 1set
附属品	排気ファン、紙巻器、壁付100Vコンセント、室内照明灯、本体吊上用フック
処理能力	標準使用時 150回/日
電源・電圧	AC100V・20A 50/60Hz
消費電力	夏季:60Wh / 冬季:,030Wh
処理水槽容量	1,390L(初期投入水量)
本体重量	1,000kg

図 4-2-4　製品図面（アクアレット　女性用（AQL-Y-100Ⅲ））

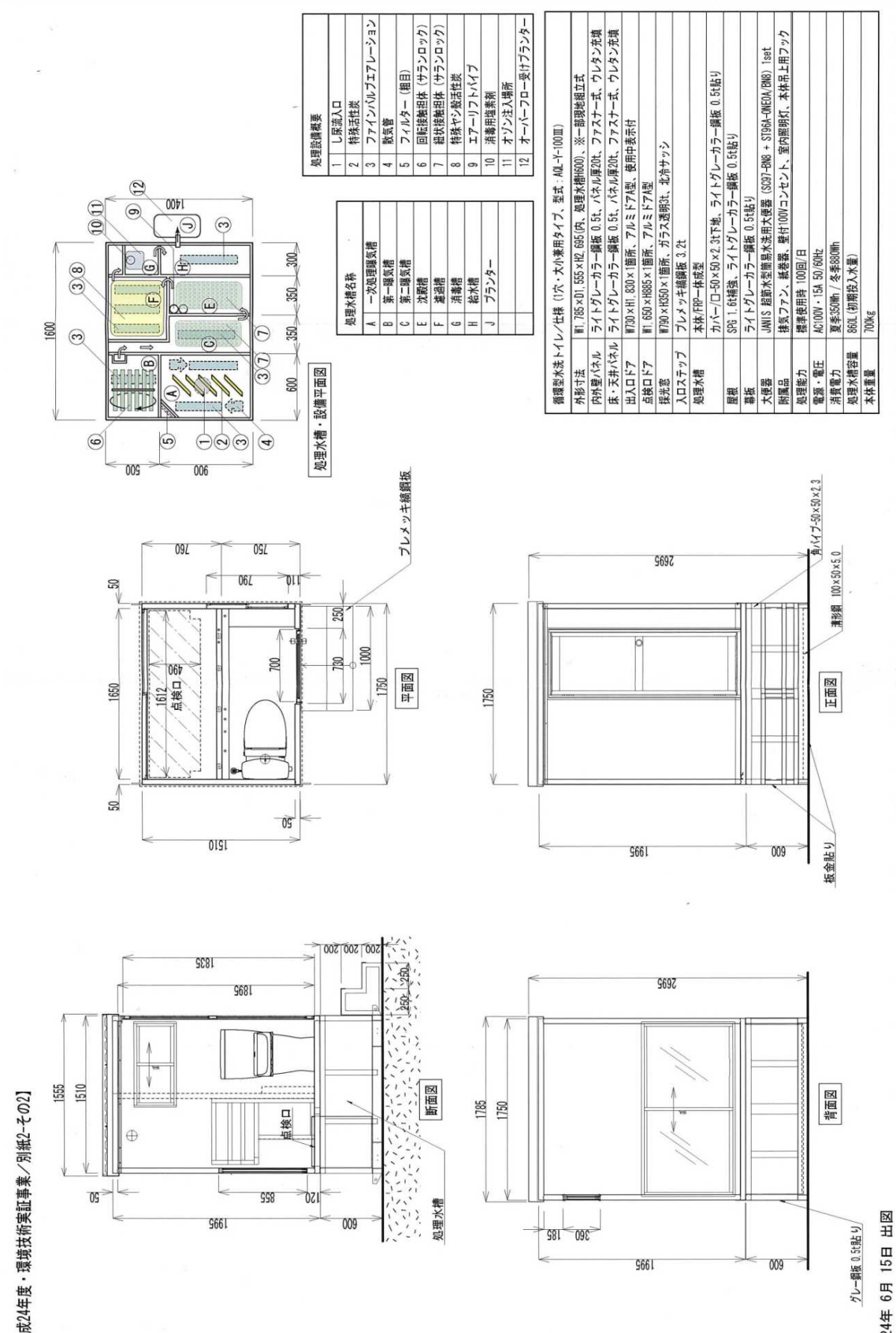


表 4-2-3　実証装置の技術仕様（消費エネルギー）

■AQL-YS-150Ⅲ(男性用)

使用機器仕様概要

使用機器名	型式	メーカー名	消費電力	入力電圧	定格出力等	揚程等	揚水量	その他
ポンプ(浅井戸用)	N3-135 SHN	川本	150W	AC100V	130W	8.0m	17L/min	－
ﾌﾞﾛﾜ 1	LP-150 HN	安永	125W	AC100V	定格圧力 20kPa	－	定格風量 150L/min	－
ﾌﾞﾛﾜ 2	LP-150 HN	安永	125W	AC100V	定格圧力 20kPa	－	定格風量 150L/min	－
水移送ポンプ	PMD-0 531B2	三相電機	18W	AC100V	4W	1.0m	6.0L/min	－
オゾン発生器	OZ-100 P	中央Ｎプレート	10W	AC100V	オゾン発生量 100mg/h(max)	－	－	空気突出力 5L/min(max)
切替バルブユニット	MNU-200	日東工器	3W×2台	AC100V	使用圧力 5～30kPa	－	－	逆洗作動時間 5min/回
排気ファン	VT-20	オーム電機	16W	AC100V	－	－	風量 72m^3/h	－
室内照明	LDA6L-HS	アイリス	6W×2個	AC100V	－	点灯保持 5min	－	一般電球 20W 相当
(冬)便器ヒーター	0℃以下で稼動		35W×2個	－	－	－	－	－
(冬)受入槽ヒーター	922B70	日本パイオニクス	600W	AC100V	常用温度 40℃以下	－	－	5月～11月停止

使用電力量・概算

電気部品名	型式	メーカー名	消費電力/h	消費電力量/d	消費電力量/月
ポンプ (浅井戸用)	N3-135SHN	川本	150W	揚量 17L/min、1回 1L 当たり 3.5s 150W×((3.5s×max150)/360s)×2=437Wh/d	437×30=13.1kWh
ﾌﾞﾛﾜ 1	LP-150HN	安永	125W	24h 稼動 125W×24=3,000Wh/d	3,000×30=90.0kWh
ﾌﾞﾛﾜ 2	LP-150HN	安永	125W	24h 稼動 125W×24=3,000Wh/d	3,000×30=90.0kWh
水移送ポンプ	PMD-0531B2	三相電機	18W	揚量6L/min、1回10L当たり1.7m 18W × ((1.7m × 14回)/60m)=7.2Wh/d	7.2×30=0.2kWh
オゾン発生器	OZ-100P	中央ネームプレート	10W	24h 稼動 10W×24=240Wh/d	240×30=7.2kWh
切替バルブユニット	MNU-200	日東工器	3W×2 台	10 分 2 回/d=20 分=0.33h 3W×2×0.33=2Wh/d	2×30=0.1kWh
排気ファン	VT-20	オーム電機	16W	24h 稼動 16W×24=384Wh/d	384×30=11.5kWh
室内照明	LDA6L-HS	アイリス	6W×2 個	人感センサー5 分 100/d 6W × ((5m × 100 × 2)/60m)=100Wh/d	100×30=3.0kWh
(冬)便器ヒーター	0℃以下で稼動		35W×2 個	冬季稼動 50% 35W×(0.5×2×24)=840Wh/d	840×30=25.2kWh/d
(冬)受入槽ヒーター	922B70	日本パイオニクス	600W	冬季稼動 30% 600W×(0.3×24)=4,320Wh/d	4,320×30=129.6kWh
合計			(夏季) 462W (冬季) 1,032W	(夏季)7,170Wh/d (冬季)11,610Wh/d	(夏季)215.1kWh/M (冬季)348.3kWh/M

月当たりの電気料金概算

電気料金概算	基本 15A	120kW まで @18.27 円	120kW を超え 280kW まで @23.68 円	280kW 超 @25.37 円	合計
夏季 215.1kWh	488 円	2,192 円	2,252 円	―	4,932 円/月
冬季 348.3kWh	488 円	2,192 円	3,789 円	1,733 円	8,202 円/月

■AQL-Y-100Ⅲ(女性用)

使用機器仕様概要

使用機器名	型式	メーカー名	消費電力	入力電圧	定格出力等	揚程等	揚水量	その他
ポンプ(浅井戸用)	PMS-411B	三相電機	81W	AC100V	30W	2.5m	15L/min	―
ﾌﾞﾛﾜ 1	LP-100HN	安永	105W	AC100V	定格圧力16kPa	―	定格風量80L/min	―
ﾌﾞﾛﾜ 2	LP-100HN	安永	105W	AC100V	定格圧力16kPa	―	定格風量80L/min	―
水移送ポンプ	PMD-0531B2	三相電機	18W	AC100V	4W	1.0m	6.0L/min	―
オゾン発生器	OZ-100P	中央Nプレート	10W	AC100V	オゾン発生量100mg/h(max)	―	―	空気突出力5L/min(max)
切替バルブユニット	MNU-200	日東工器	3W×2台	AC100V	使用圧力5～30kPa	―	―	逆洗作動時間5min/回
排気ファン	VT-20	オーム電機	16W	AC100V	―	―	風量72m^3/h	―
室内照明	LDA6L-HS	アイリス	6W	AC100V	―	点灯保持5min	―	一般電球20W相当
(冬)便器ヒーター	0℃以下で稼動		35W	―	―	―	―	―
(冬)受入槽ヒーター	922P80	日本パイオニクス	335W	AC100V	常用温度40℃以下	―	―	5月～11月　停止

使用電力量・概算

電気部品名	型式	メーカー名	消費電力/h	消費電力量/d	消費電力量/月
ポンプ(浅井戸用)	PMS-411B	三相電機	81W	揚量 15L/min、1回 1L 当たり 4.0s 81W × ((4.0s × max100)/360s)=90Wh/d	90×30=2.7kwh
ﾌﾞﾛﾜ 1	LP-100HN	安永	105W	24h 稼動 105W×24=2,520Wh/d	2,520×30=75.6kwh
ﾌﾞﾛﾜ 2	LP-100HN	安永	105W	24h 稼動 105W×24=2,520Wh/d	2,520×30=75.6kwh
水移送ポンプ	PMD-0531B2	三相電機	18W	揚量 6L/min、1 回 10L 当たり 1.7m 18W × ((1.7m × 14 回)/60m)=7.2Wh/d	7.2×30=0.2kWh
オゾン発生器	OZ-100P	中央ネームプレート	10W	24h 稼動 10W×24=240Wh/d	240×30=7.2kWh
切替バルブユニット	MNU-200	日東工器	3W2 台	10 分 2 回/d=20 分=0.33h 3W×2×0.33=2Wh/d	2×30=0.1kWh
排気ファン	VT-20	オーム電機	16W	24h 稼動 16W×24=384Wh/d	384×30=11.5kWh
室内照明	LDA6L-HS	アイリス	6W	人感センサー5 分 100/d 6W×((5m×100)/60m)=50Wh/d	50×30=1.5kWh
(冬)便器ヒーター	0℃以下で稼動		35W	冬季稼動 50% 35W×(0.5×24)=420Wh/d	420× 30=12.6kWh/d
(冬)受入槽ヒーター	922P80	日本パイオニクス	335W	冬季稼動 30% 335W×(0.3×24)=2,412Wh/d	2,412× 30=72.4kWh
合計			(夏季)347W (冬季)717W	(夏季)5,813Wh/d (冬季)8,645Wh/d	(夏季) 174.4kWh/M (冬季) 259.4kWh/M

月当たりの電気料金概算

電気料金概算	基本 15A	120kW まで @18.27 円	120kW を超え 280kW まで @23.68 円	280kW 超 @25.37 円	合計
夏季 174.4kWh	488 円	2,192 円	1,279 円	―	3,959 円/月
冬季 259.4kWh	488 円	2,192 円	3,301 円	―	5,981 円/月

4-3　実証装置の設置・建設方法

本実証装置は、実証申請者である株式会社ミッシングが 2012 年 7 月に設置した。

4-4　実証装置の運転・維持管理方法

本実証装置に関する日常維持管理とトラブル対応は大島汽船株式会社が、また専門維持管理は特定非営利活動法人山のＥＣＨＯ及び公益財団法人日本環境整備教育センターが行った。

4-5　実証装置の条件設定

本実証装置の処理能力は、男性用が平常時 100 人回/日、利用集中時 150 人回/日、女性用が平常時 60 人回/日、利用集中時 90 人回/日であるが、特に利用制限は実施しないこととした。

５．実証試験方法

試験の体制や調査の方法について、水使用 - 生物処理 - プラスチック方式実証試験計画（平成 24 年 7 月）より抜粋し、以下に示した。

5-1　実証試験の実施体制

自然地域トイレし尿処理技術分野における実証試験実施体制を図 5-1-1 に示す。また、技術実証検討員を表 5-1-1、参加組織連絡先を表 5-1-2 に示す。

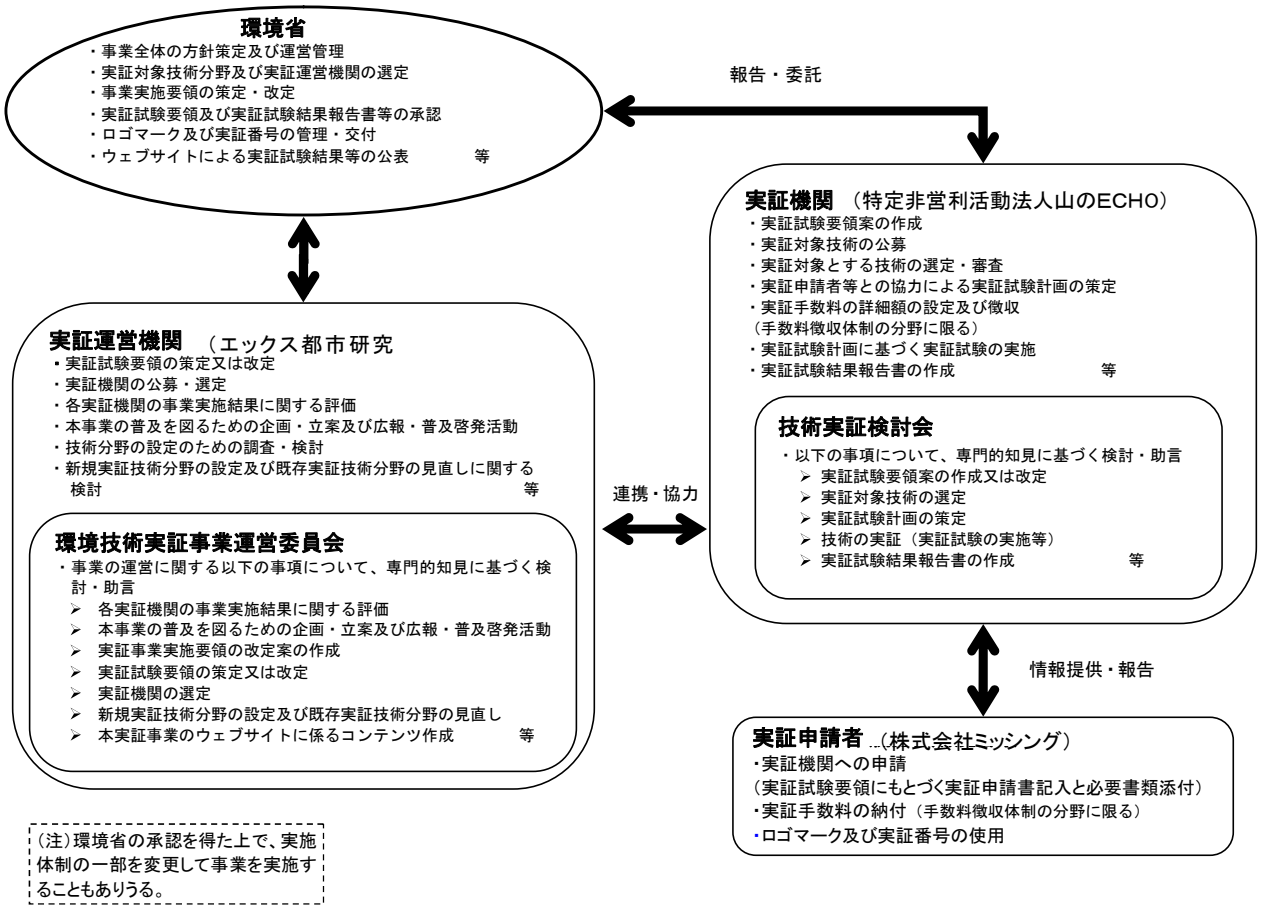


図 5-1-1　実施体制図

表 5-1-1　技術実証検討員

名　前	所属・肩書き
相野谷　誠志	株式会社蒼設備設計設備設計部 課長
岡城　孝雄	公益財団法人日本環境整備教育センター企画情報ｸﾞﾙｰﾌﾟ ｸﾞﾙｰﾌﾟﾘｰﾀﾞｰ
河村　清史	埼玉大学大学院理工学研究科教授
木村　茂雄	神奈川工科大学機械工学科 教授
桜井　敏郎	社団法人神奈川県生活水保全協会 理事
穂苅　康治	槍ヶ岳観光株式会社 代表取締役
吉田　直哉	神奈川県自然環境保全センター自然公園課 主査

（50 音順　敬称略）

表 5-1-2　参加組織連絡先

実証機関	特定非営利活動法人山のＥＣＨＯ （以下、山のＥＣＨＯとする）
	〒105-0004　東京都港区新橋 5-5-1　IMC ビル新橋 9F 加藤　篤　TEL03-6809-1518　FAX03-6809-1412 E-mail　a_kato@yama-echo.org
試料採取・分析	公益財団法人日本環境整備教育センター （以下、日本環境整備教育センターとする）
	〒130-0024　東京都墨田区菊川 2-23-3 加藤　裕之　TEL03-3635-4885　FAX03-3635-4886 E-mail　katoh@jeces.or.jp
運転・維持管理	大島汽船株式会社 （以下、大島汽船とする） ※日常的な運転・維持管理は大島汽船、専門的な運転・維持管理は日本環境整備教育センターが行う
	〒988-0018　宮城県気仙沼市南町海岸 1-15 TEL　0226-23-3315　FAX　0226-23-3575
実証申請者	株式会社ミッシング （以下、ミッシングとする）
	〒067-0052　北海道江別市角山 71-27 佐藤　繁一/岩田　実　TEL011-398-8530　FAX011-398-8531 E-mail　s-sato@mishing.co.jp　m-iwata@mishing.co.jp

5-2　役割分担

本試験実施に関する役割分担（実証試験要領第 8 版に準拠）を以下に示す。

（１）環境省

① 環境技術実証事業全体の方針策定及び運営管理を行う。
② 方針策定、運営管理及び実証手法・体制の確立に向けた総合的な検討を行う。
③ 実証対象技術分野を選定する。
④ 環境技術実証事業実施要領を策定・改定する。
⑤ 実証運営機関を選定する。
⑥ 実証試験要領を承認する。
⑦ 実証機関の選定結果を承認する。
⑧ 実証試験結果報告書を承認する。
⑨ 環境技術実証事業ロゴマーク及び実証番号を管理し、実証済み技術に交付する。
⑩ ウェブサイトを通じて、実証試験結果等関連情報を公表する。
⑪ 実証試験方法の技術開発を行う。

（２）実証運営機関（株式会社エックス都市研究所）

① 実証試験要領を策定又は改定し、環境省の承認を得る。
② 実証機関を公募・選定し、環境省の承認を得る。
③ 各実証機関の事業実施結果（実証試験結果報告書を含む）に関する評価を行う。

④　本事業の普及を図るための企画・立案及び広報・普及啓発活動を実施する。
⑤　技術分野の設定のための調査・検討を行う。
⑥　実証事業実施要領の改定案を作成する。
⑦　新規実証技術分野の設定及び既存実証技術分野の見直しに関する検討を行う。
⑧　ロゴマーク及び実証番号の交付事務を補佐する。
⑨　必要に応じて、環境省の同意を得て、実証試験方法の技術開発を行う。
⑩　環境技術実証事業運営委員会を設置・運営する。
⑪　事業の円滑な推進のために必要な調査等を実施する。

（３）環境技術実証事業運営委員会

①　実証対象技術に関し、公正中立な立場から議論を行う。
②　実証運営機関が行う実証事業の運営に関する以下の事項について、
専門的知見に基づき検討・助言を行う。

・　各実証機関の事業実施結果（実証試験結果報告書を含む）に関する評価
・　本事業の普及を図るための企画・立案及び広報・普及啓発活動
・　実証事業実施要領の改定案の作成
・　実証試験要領の策定又は改定
・　実証機関の選定
・　新規実証技術分野の設定及び既存実証技術分野の見直し
・　本実証事業のウェブサイトに係るコンテンツ作成等
・　その他事業の運営に係る事項

（４）実証機関（山のＥＣＨＯ）

①　実証試験要領案を作成する。
②　企業等から実証対象技術を公募する。
③　実証対象とする技術の選定を行う。
④　実証申請者等との協力により、実証試験計画を策定する。
⑤　実証手数料の詳細額を設定し、徴収する。
⑥　実証試験計画に基づき、実証試験を実施する。
⑦　実証試験結果報告書を作成し、環境省に報告する。
⑧　ロゴマーク及び実証番号の交付事務を行う。
⑨　技術実証検討会を設置・運営する。

（５）技術実証検討会

①　実証機関が行う事務のうち、実証試験要領案の作成又は改定、実証対象とする技術の選定、実証試験計画の策定、技術の実証（実証試験の実施等）、実証試験結果報告書の作成等について、専門的知見に基づき検討・助言を行う。
②　当該分野に関する専門的知見に基づき実証事業運営委員会を補佐する。

（６）実証申請者（ミッシング）

① 実証試験計画の策定にあたり、実証機関に必要な情報を提供する等、実証機関に協力する。

② 実証対象製品を準備する。また、その他実証に必要な比較対象技術の情報等を実証機関に提供する。

③ 実証対象製品の運搬、施工、撤去等が必要な場合は、実証申請者の費用負担及び責任で行うものとする。

④ 実証機関の要請に基づき、必要に応じ、試験作業の一部を実施する。また、その場合、実証試験計画書通りに試験が進められていることを示す、または試験に使用したデータを全て実証機関に提出する等、実証機関の要請に対して協力する。

⑤ 実証対象技術に関する既存の性能データを用意する。

⑥ 実証試験結果報告書の作成において、実証機関に協力する。

（７）日常的な運転・維持管理者（大島汽船）

実証試験期間中の運転・維持管理は、実証申請者が作成する「日常管理者への取扱説明書」をもとに実施する。施設管理者に、日常的に把握すべき稼働条件・状況や維持管理性能に関するデータ調査の協力を依頼することができる。

その場合、実証データの信頼性・中立性を保持するために、施設管理者はトラブル等の異常時を除いて、実証申請者に連絡を取る場合はすべて実証機関を介することとする。

実証機関は、異常が発生した際には速やかに実証申請者に連絡をとり、実証申請者の示した定常運転状態に復帰させるように対処する。不測の事態の際には、実証機関は実証申請者とともに対応する。

（８）専門的な運転・維持管理者（日本環境整備教育センター）

実証試験期間中、適正に運転・維持管理するための定期的な保守点検、汚泥の引き抜き等の清掃は、実証申請者が作成する「専門管理者への維持管理要領書」をもとに実証機関が行う。専門的な運転・維持管理は、し尿処理に精通し、これら作業に慣れた組織・担当者が担当することとする。実証機関は必要に応じて、本業務を外部に委託することができる。

実証申請者は、運転及び維持管理内容について、実際に作業する人と十分打合せを行い、作業方法を指導する必要がある。

5-3　実証試験期間

本実証試験の専門管理、試料採取スケジュールを表 5-3-1 に示す。

表 5-3-1　専門管理、試料採取スケジュール

時期	専門管理、試料採取
事前調査	2012 年　8 月　9 日　（木）　実証開始から 8 日目
第 1 回	2012 年　9 月　4 日　（火）　実証開始から 34 日目
第 2 回	2012 年　10 月　30 日　（火）　実証開始から 90 日目
第 3 回	2012 年　11 月　28 日　（水）　実証開始から 119 日目
第 4 回　終了時	2013 年　1 月　9 日　（水）　実証開始から 161 日目

5-4　実証試験項目

本実証試験の実証試験項目を、表 5-4-1 に示す。

表 5-4-1　生物処理方式の実証視点

実証視点	参照表	調査者
稼動条件・状況	表 5-4-1-1	山のECHO 日本環境整備教育センター 大島汽船
維持管理性能	表 5-4-2-1	
室内環境	表 5-4-3-1	
周辺環境への影響	表 5-4-4-1	
処理性能	表 5-4-5-1～2	

5-4-1　稼動条件・状況

対象装置が適正に稼動するための前提条件を把握するための項目を表 5-4-1-1 に示す。実証データの算定にあたっては、日常管理者が把握するデータを基礎とする。

表 5-4-1-1　稼動条件・状況項目の測定方法と頻度

分類項目	実証項目	測定方法	頻度	調査者
使用人数	トイレ利用人数	カウンターを設置して測定し、記録	1 回/1 日	山のECHO 大島汽船
電力量	消費電力量	電力量計を設置して測定	1 回/約10日間	
温度・湿度	処理装置内等の温度・湿度	温度・湿度計を設置して測定	1 回/1 時間	

（１）使用人数

使用人数は、各トイレブース入口に設けられた利用者カウンターで計測し、求めた。利用者カウンターの外観を写真 5-4-1-1、設置状況を写真 5-4-1-2 に示した。

写真 5-4-1-1　利用者カウンターの外観

写真 5-4-1-2　利用者カウンターの設置状況

（２）室温・湿度、温度

トイレブースの室温・湿度、及び処理装置内の温度・湿度、処理槽内の水温は、自動計測器を設置して１時間間隔で測定・記録した。自動計測器の外観を写真 5-4-1-3～5-4-1-4、設置状況を写真 5-4-1-5～5-4-1-7、仕様を表 5-4-1-3～5-4-1-4 に示す。

写真 5-4-1-3　温湿度センサーの外観

写真 5-4-1-4　温度センサーの外観

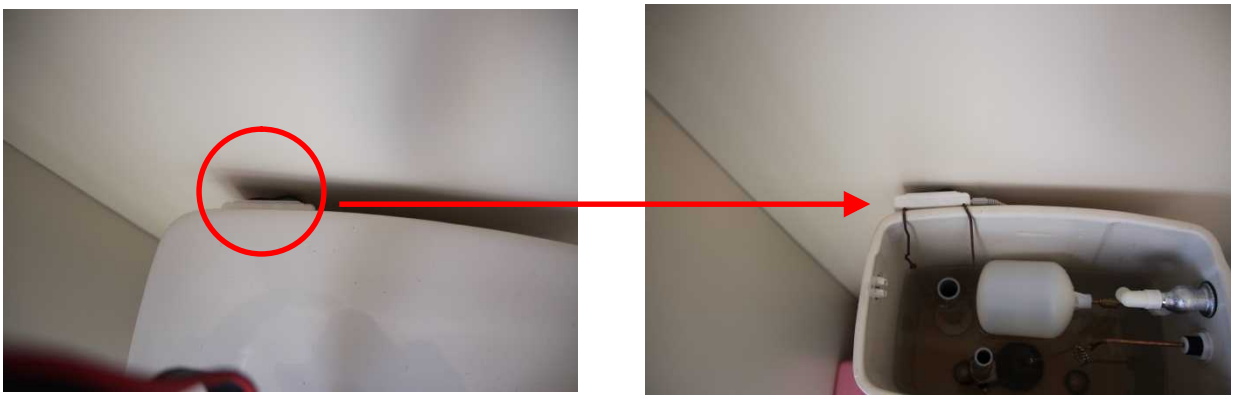


写真 5-4-1-5　トイレブースの室温・湿度
（温湿度センサーの設置状況）

写真 5-4-1-6　処理装置内の温度・湿度
（温湿度センサーの設置状況）

写真 5-4-1-7　処理水槽の水温
（温度センサーの設置状況）

表 5-4-1-3　温度センサーの仕様

型式	RT-30S
測定要素	温度
チャンネル数	1 チャンネル（外部センサ）
測定範囲	-60～155℃
測定精度	typ.±0.3℃（-20～80℃） typ.±0.5℃（-40～20℃/80～110℃） typ.±1.0℃（-60～-40℃/110～155℃）
測定・表示分解能	0.1℃
センサ	サーミスタ（RTH-3010：テフロン樹脂センサ　1 本）
記録間隔	1・2・5・10・15・20・30 秒・1・2・5・10・15・20・30・60 分　合計 15 通りから選択
記録容量	16000 データ×1 チャンネル
記録モード	エンドレスモード、ワンタイムモード
電源	リチウム電池(ER3V M) 1 本(CR2 使用可能)
電池寿命	最長 2 年
インターフェイス	RTC-21、RT-21B との光通信
本体防水性能	IP64（生活防水）（温度センサのコネクタを差し込んだ状態）
本体寸法	H62×W47×D19mm（突起部除く）
本体質量	約 55g（リチウム電池 1 本含む）
本体動作環境	温度：-40～80℃

表 5-4-1-4　温湿度センサーの仕様

型式	RS-12	
測定要素	温度	湿度
チャンネル数	1ch.	1ch.
内蔵センサ使用時	-10～60℃	-
付属センサ使用時	0～50℃	10～95%RH
オプション	-40～110℃	-
温度センサ使用時		
内蔵センサ	12 分	-
測定精度	typ.±0.3℃	±5%RH
（付属センサ）	（0～50℃）	（25℃ 50%RH のとき）
測定表示分解能	0.1℃	1%RH
センサ	サーミスタ	高分子
記録間隔	1・2・5・10・15・20・30 秒・1・2・5・10・15・20・30・60 分 合計 15 通りから選択	
記録容量	8000 データ×2 チャンネル	
記録モード	エンドレスモード、ワンタイムモード	
電源	単 3 アルカリ電池(LR6) 1 本	
電池寿命	約 1 年	
インターフェイス	USB 通信 / シリアル通信(RS-232C)	
通信速度	データ吸い上げ時 データフルで 1 台約 8 秒	
本体寸法	H55×W78×D18mm	
本体質量	約 62g（単 3 アルカリ電池 1 本を含む）	
本体動作環境	温度：-10～60℃・湿度：90%RH 以下（結露しないこと）	

トイレブース内の温湿度センサーは、女性トイレ洋式便器のロータンク裏の空間に、処理水槽内の温度センサーは、男性トイレ、女性トイレともに第二曝気槽、給水槽に設置した。なお、測定期間は 2012 年 8 月 9 日から 2013 年 1 月 9 日とし、記録間隔は、表 5-4-3-1 に示したように 60 分間隔とした。

5-4-2　維持管理性能

実証申請者が提出する日常管理者用の取扱説明書及び専門管理者用の維持管理要領書に従って運転・管理を行い、管理作業全般について、その実施状況、作業性、作業量等を総括的に判断し、報告書の作成を行うものとする。

維持管理性能に関する実証項目の記録方法と頻度を表 5-4-2-1 に示す。

表 5-4-2-1　維持管理性能に関する実証項目の記録方法と頻度

分類項目	実証項目	測定方法	頻度	調査者
日常管理全般	作業内容、所要人員、所要時間、作業性等	日常管理チェックシートに記録	実施時	大島汽船
専門管理全般		専門管理チェックシートに記録	試料採取時	山のECHO 日本環境整備教育センター
トラブル対応		トラブル対応チェックシートに記録	発生時	山のECHO
汚泥の搬出及び処理・処分		発生汚泥処理・処分チェックシートに記録	汚泥の搬出時	山のECHO
信頼性	読みやすさ、理解のしやすさ、正確性等	マニュアルチェックシートに記録	試験終了時	山のECHO 日本環境整備教育センター

5-4-3　室内環境

トイレを使用する利用者にとって、トイレブース内の空間が快適であることを実証する。

室内環境に関する実証項目を表 5-4-3-1 に示す。

表 5-4-3-1　室内環境に関する実証項目

実証項目	方法	頻度	調査者
温度	自動計測器を建屋内の天井付近に設置し、気温を測定・記録	1時間間隔	山のECHO 日本環境整備教育センター
湿度	自動計測器を建屋内の天井付近に設置し、湿度を測定・記録	1時間間隔	
許容範囲	利用者へのアンケート調査により、室内環境に対する快適性・操作性に関する許容範囲を把握。	合計 50 人程度（サンプル数）	山のECHO

温湿度センサーの外観、仕様は、それぞれ図 5-4-1-1～5-4-1-2、表 5-4-1-3～5-4-1-4 に示した。

「許容範囲」については、トイレ室内の臭気、明るさ、その他気付いた事等に関してのアンケート調査をトイレ利用者へ行い、表 5-4-3-1 に掲げた、室内環境に対する快適性・操作性に関する許容範囲を把握することとした。

5-4-4　実証装置の設置における周辺環境への影響

対象技術の設置面積は極めてコンパクトであるが、設置に伴う土地改変状況等周辺環境に何らかの影響を与える可能性も否定できない。そのため、設置前後について比較検討を行った。

想定される実証項目を表 5-4-4-1 に示す。

表 5-4-4-1　実証装置の設置における周辺環境への影響に関する実証項目

分類項目	実証項目	測定方法	頻度	調査者
土地改変状況	設置面積、地形変更、伐採、土工量等	図面及び現場判断により記録	設置時（1回）	山のECHO

5-4-5　処理性能

処理性能は、各単位装置が適正に稼動しているかをみる稼動状況、処理が適正に進んでいるかをチェックする処理状況、運転にともない何がどれだけ発生したかをみる発生物状況に分けられる。

（1）試料採取場所

試料採取場所について表 5-4-5-1、処理性能に関する実証項目について表 5-4-5-2 に示す。これら実証項目により、装置が適正に運転されているか、し尿処理が順調に進んでいるかを把握する。

表 5-4-5-1　試料採取場所

分類項目	試料採取場所
循環水	給水槽槽内水、またはロータンク内
処理工程水	第一曝気槽槽内水、沈殿槽流出水

表 5-4-5-2　処理性能に関する実証項目

分類項目	実証項目	調査・分析方法	実施場所
1 単位装置の稼働状況	―	構造・機能説明書、維持管理要領書をもとに確認（専門管理シートに記入）	F
	―	維持管理者へのヒアリングを実施	F
2 処理工程水	増加水量	槽内水位及び汚泥引き出し量により把握	F
循環水	色相	下水試験方法第 2 編第 2 章第 3 節	F
	臭気	下水試験方法第 2 編第 2 章第 7 節の「臭気の分類と種類の一例」参照	F
	透視度	下水試験方法第 2 編第 2 章第 6 節	F
	水温	試料採取時に計測	F
	pH	JIS K0102 12	F
	活性汚泥沈殿率（SV）	下水試験方法第 2 編第 3 章第 8 節の 1	F
	有機性炭素（TOC）	JIS K0102 22	L
	生物化学的酸素要求量（BOD）	JIS K0102 21	L
	塩化物イオン（Cl^-）	JIS K0102 35	L
	浮遊物質（SS）	下水試験方法第 2 編第 2 章第 12 節	L
	大腸菌	上水試験方法　Ⅷの 2 の 2.2 の 2.2.2　（MMO-MUG 法）	L
	大腸菌群	上水試験方法　Ⅷの 2 の 2.1 の 2.1.3　（MMO-MUG 法）	L
	全窒素（T－N）	下水試験方法第 3 編第 2 章第 29 節	L
	アンモニア性窒素（NH_4－N）	下水試験方法第 3 編第 2 章第 25 節	L
	亜硝酸性窒素（NO_2－N）	下水試験方法第 3 編第 2 章第 26 節	L
	硝酸性窒素（NO_3－N）	下水試験方法第 3 編第 2 章第 27 節	L
	色度	下水試験方法第 2 編第 2 章第 4 節 2.透過光測定法	L
	残留塩素	JIS K 0102 33.2	F
	溶存酸素（DO）	JIS K 0102 21	F
	電気伝導率（EC）	JIS K 0102 13	F
	溶存オゾン濃度	溶存オゾン計または吸光光度法の簡易測定により測定	F
3 汚泥	色相	下水道試験方法第 2 編第 4 章第 3 節参照	F
	臭気	下水試験方法第 2 編第 4 章第 3 節	F
	汚泥蓄積状況	スカム厚及び堆積汚泥厚測定用具により測定	F
	蒸発残留物（TS）	下水試験方法第 2 編第 4 章第 6 節	L
	強熱減量（VS）	下水試験方法第 2 編第 4 章第 8 節	L
	浮遊物質（SS）	下水試験方法第 2 編第 4 章第 9 節	L
4 その他	排オゾン濃度	検知管による測定	F

※実施場所記載欄の、F（Field）は現地測定、L（Laboratory）は試験室で測定することを表す。

※調査・分析方法記載欄の下水試験方法は、下水試験方法 上巻-1997 年度版-第 5 刷（平成 14 年 5 月 31 日）及び同 下巻-1997 年度版-第 5 刷（平成 15 年 5 月 23 日）である。

表 5-4-5-3　主な処理性能に関する実証項目の用語解説

BOD（生物化学的酸素要求量）	水の汚れの程度をあらわす指標の一つで、水の中の酸素を使って汚れを分解する微生物が、どのくらい酸素を使ったかを調べる指標。２０℃で 5 日間置いて、水の中に溶けている酸素の減った量を表している。「生物化学的酸素消費量」ともいう。
COD（化学的酸素要求量）	水の汚れの程度をあらわす指標の一つで、BOD と違うのは、汚れを微生物によって分解させるのではなく、薬品を使って分解させるところである。酸化剤（過マンガン酸カリウム）を入れ 100℃、30 分で分解させ、そのとき分解に使われた酸化剤の量を求め、それを酸素の量で表す。「化学的酸素消費量」ともいう。
SS:浮遊物質（mg/L）	水中の濁り成分のうち、溶解しているものを除いた粒子径が 2mm 以下の固形物量を表し、水の濁り、汚れが進むと数値が高くなる。処理により SS が除去されると BOD も低くなる。一般に収集し尿は１ℓにつき約 18,000mg の SS を含んでいる。
DO（溶存酸素）	水中に溶け込んでいる酸素濃度。
pH：水素イオン濃度指数	酸性、アルカリ性の度合いを示す指標。ｐＨが７のときに中性で、７より高い場合はアルカリ性、低い場合は酸性を示す。一般にし尿は、排泄時は弱酸性ですが、時間が経過すると加水分解されて弱アルカリ性を示す。
電気伝導率（μS/cm またはmS/m）	水溶液の電気の通しやすさを表し、水に溶けているイオン総量を示す指標であり、塩類蓄積の指標となる。純水では電気伝導率はほぼ 0 に近い数値を示し、逆に不純物の多い水では電気伝導率は高くなる。
Cl^-：塩化物イオン（mg/L）	水中でイオン化している塩素を表します。通常の生物処理では塩化物イオンは除去されないため、洗浄水等によって薄められた倍率や濃縮された度合いを推定する事ができる。
TOC: 有機体炭素（mg/L）	有機物中の炭素量を表す。有機物量が多く、水が汚れてくると TOC 値が高くなる。BOD の分析には 5 日間がかるが、TOC は分析装置により短時間で分析できる。
T-N：全窒素	有機性窒素化合物及び無機性窒素化合物に含有される窒素の総量。
NH_4-N:アンモニア性窒素(mg/L)	アンモニウムイオンとして存在する窒素量を表す。アンモニアはタンパク質のような有機窒素化合物が分解して生成する。
NO_2-N:亜硝酸性窒素(mg/L)	亜硝酸イオンの形で存在する窒素量を表す。亜硝酸は、主にし尿及び下水に由来するアンモニアが生物化学的に酸化されて生成する。
NO_3-N：硝酸性窒素(mg/L)	硝酸イオンの形で存在する窒素量を表す。硝酸は、水中に存在する様々な窒素化合物が生物化学的酸化を受けて生じた最終生成物。
大腸菌群（個/mL）	大腸菌及びそれに良く似た性質をもつ細菌の総称です。大腸菌は人や動物の腸管内に多く生息しているので、大腸菌が存在する水は、糞便や他の病原菌により汚染されている可能性があることを意味する。一般に収集し尿 1 mL 中には 100 万個以上の大腸菌が存在している。

（２）試料採取スケジュール及び採取方法

1）試料採取者

試料採取は、環境計量証明事業所である日本環境整備教育センターが担当し、装置の構造・機能を理解した試料採取に関する知識を有する担当者が行い、試料採取時に単位装置の稼動状況調査を行った。

2）試料採取頻度、体制

調査実施時期は、調査期間を集中時と平常時に分類し、以下の 3 つの視点で処理性能を把握した。

視点１：平常時の比較的負荷が高くない場合の処理性能を調査する。

視点２：集中時における負荷が高い場合の処理性能を調査する。

視点３：集中時を終えたあとの処理性能を調査する。

集中時とは、試験期間のうちトイレ利用者が多いことが見込まれる 8～9 月を指す。また、平常時とは、集中時以外の期間を指す。

調査回数は、集中時、集中時後 2 回、調査終了時の計 4 回とした（試料採取のスケジュールは、表 5-3-1 の通り）。試料採取箇所と分析項目の図は、次項の図 5-4-5-1、図 5-4-5-2 にそれぞれ示す。

3）試料採取方法

試料採取方法は、JIS K 0094 または下水試験方法に沿って行う。

4）終了時に実施する作業内容

終了時には、通常の試料採取のほか、受入槽及び第二曝気槽の槽内水（汚泥）を採取した。

5）試料の保存方法

保冷容器輸送（保冷剤入り）後、冷暗所（冷蔵庫等）にて保存した。

6）試料採取時の記録事項

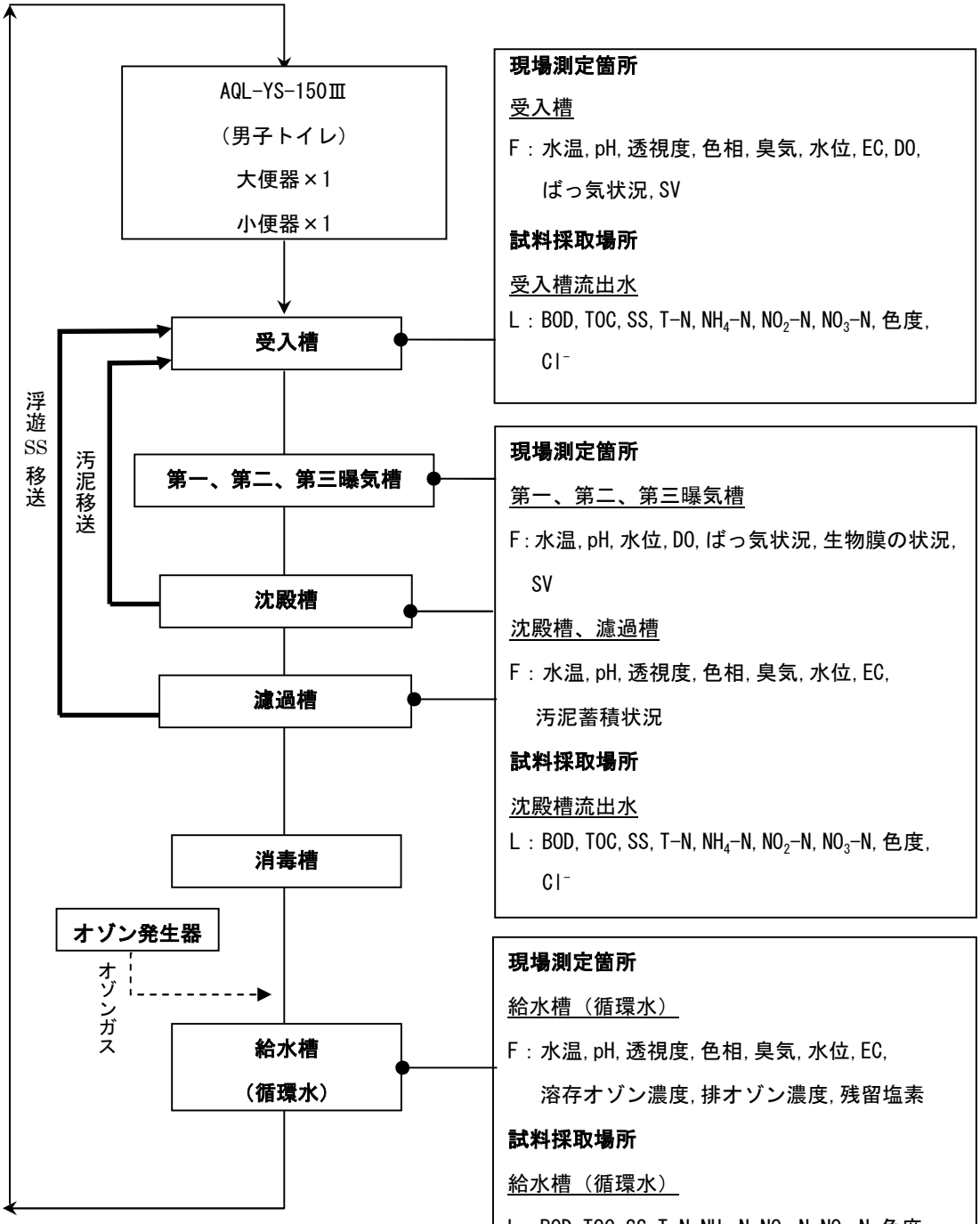
試料採取時の記録事項については、JIS K 0094「6.採取時の記録事項」を参考に、以下の項目を記録した。

① 試料の名称及び試料番号
② 採取場所の名称及び採取位置（表層または採取深度等）
③ 採取年月日、時刻
④ 採取者の氏名
⑤ 採取時の試料温度
⑥ その他、採取時の状況、特記事項等

7）処理性能に関する調査の分類

分析の種類は、正常な水の流れや機器設備の稼動状況等を把握する単位装置の稼動状況に関する調査、各単位装置流出水の性状を把握するための処理工程水の水質調査、及び汚泥の蓄積状況等を把握するための汚泥調査とする。これらは、機能の判断のための試料採取時にその場で行う分析と、試験室に持ち帰ったのち行う分析に分かれる。

現地で行う調査は、稼動状況調査として装置の稼動状況や汚泥生成量等を確認するとともに、感応試験、化学分析、機器測定により必要な項目を現地で表 5-4-5-2 に従って測定する。試験室で行う分析項目は、その他の機器分析、化学分析等とする。



※全槽：汚泥蓄積状況

※実施場所記載欄の、F（Field）は現地測定、L（Laboratory）は試験室で測定することを表す。

※女性用（AQL-Y-100Ⅲ）は、便器が大便器（洋式）のみで、第三曝気槽が無い以外は男性用と同様である。

図 5-4-5-1　実証試験試料採取フロー図　男性用（AQL-YS-150Ⅲ）

６．実証試験結果及び考察

6-1　実証試験の経過状況

実証試験における、本装置の運転状況についてを表 6-1-1 に示す。

表 6-1-1　運転状況

日時	作業内容等
2012/7/20	設置工事、菌活性液投入（男性用 12L、女性用 8L）
7/21	供用開始、利用者カウンター計測開始
8/1	実証試験開始
8/9	予備調査
8/10	給水槽水道水補給（男性用 62L、女性用 62L）
8/20	菌活性液投入（男性用 12L、女性用 8L）
9/4	第 1 回　現場調査 現場測定、試料採取 給水槽水道水補給（男性用 68L、女性用 95L）
9/20	菌活性液投入（男性用 12L、女性用 8L）
10/6	給水槽水道水補給（男性用 49L、女性用 92L）
10/16	検討会　現地調査
10/30	第 2 回　現場調査 現場測定、試料採取 給水槽水道水補給（男性用 62L、女性用 89L）
11/24	菌活性液投入（男性用 10L、女性用 5L） 給水槽水道水補給（男性用 62L、女性用 172L）
11/28	第 3 回　現場調査 現場測定、試料採取
2013/1/9	第 4 回　現場調査 現場測定、試料採取 給水槽水道水補給（男性用 25L、女性用 185L）
1/21	菌活性液投入（男性用 10L、女性用 5L）
1/31	実証試験終了

6-1-1　気温、利用者数、電力量等

（１）外気温、降水量

実証試験期間における気仙沼アメダス（北緯 38 度 54.4 分、東経 141 度 33.4 分、標高 62m））の月ごとの降水量、気温、及び、大船渡特別地域気象観測所（北緯 39 度 3.8 分、東経 141 度 42.8 分、標高 37m）の月ごとの降水量、気温、湿度を表 6-1-1-1～6-1-1-2 に示す。なお、データは気象庁ホームページ気象統計情報（http://www.jma.go.jp/jma/menu/report.html）から引用した。

気仙沼における実証試験期間中の最高気温は、33.9℃、最低気温は、－9.2℃、大船渡の最高気温は、34.5℃、最低気温は－8.6℃であった。

3-2 に示した気象庁ホームページ気象統計情報によれば、2011 年の 1 月及び 8 月～12 月の気仙沼における気温において、最高気温は 33.7℃、最低気温は－9.3℃であり、実証試験期間中の最高気温、最低気温とほぼ同様であった。

気仙沼における日平均気温、日最高気温、日最低気温、降水量の経日変化を図 6-1-1-1 に示す。また、大船渡における日平均気温、日最高気温、日最低気温、降水量の経日変化を図 6-1-1-2、平均湿度、最小湿度の経日変化を図 6-1-1-3 に示す。

表 6-1-1-1　気仙沼における気温、降水量

年月	降水量(mm)		気温(℃)				
	合計	日最大	平均			最高	最低
			日平均	日最高	日最低		
2012/8	55	13	24.2	29.0	20.8	33.9	16.4
2012/9	117	28	22.7	26.6	19.6	31.6	13.3
2012/10	107	24	14.4	19.5	9.9	26.6	4.7
2012/11	136	66	7.5	11.9	3.3	18.2	-1.9
2012/12	85	33	1.5	5.0	-2.0	13.7	-6.0
2013/1	31	14	-1.2	2.6	-4.5	6.8	-9.2

表 6-1-1-2　大船渡における気温、降水量、湿度

年月	降水量(mm)		気温(℃)					湿度(%)	
	合計	日最大	平均			最高	最低	平均	最小
			日平均	日最高	日最低				
2012/8	28	8	24.6	29.4	21.2	34.5	16.7	78	45
2012/9	125	19	23.0	26.7	19.9	32.3	13.1	79	39
2012/10	156	46	15.0	19.9	10.6	27.8	5.0	70	25
2012/11	224	109	8.3	12.6	4.2	18.5	-1.1	67	33
2012/12	128	71	2.2	6.0	-1.2	14.0	-6.2	63	29
2013/1	26	10	-0.4	3.0	-3.7	7.3	-8.6	60	30

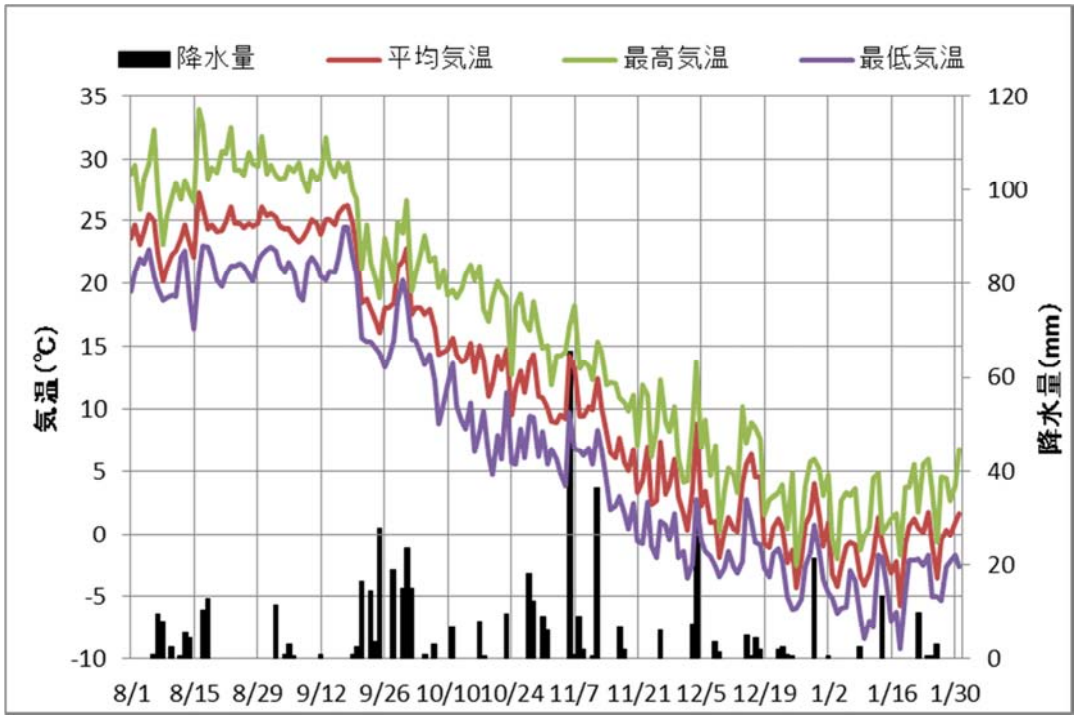


図 6-1-1-1　日平均気温、日最高気温、日最低気温、降水量の経日変化（気仙沼）

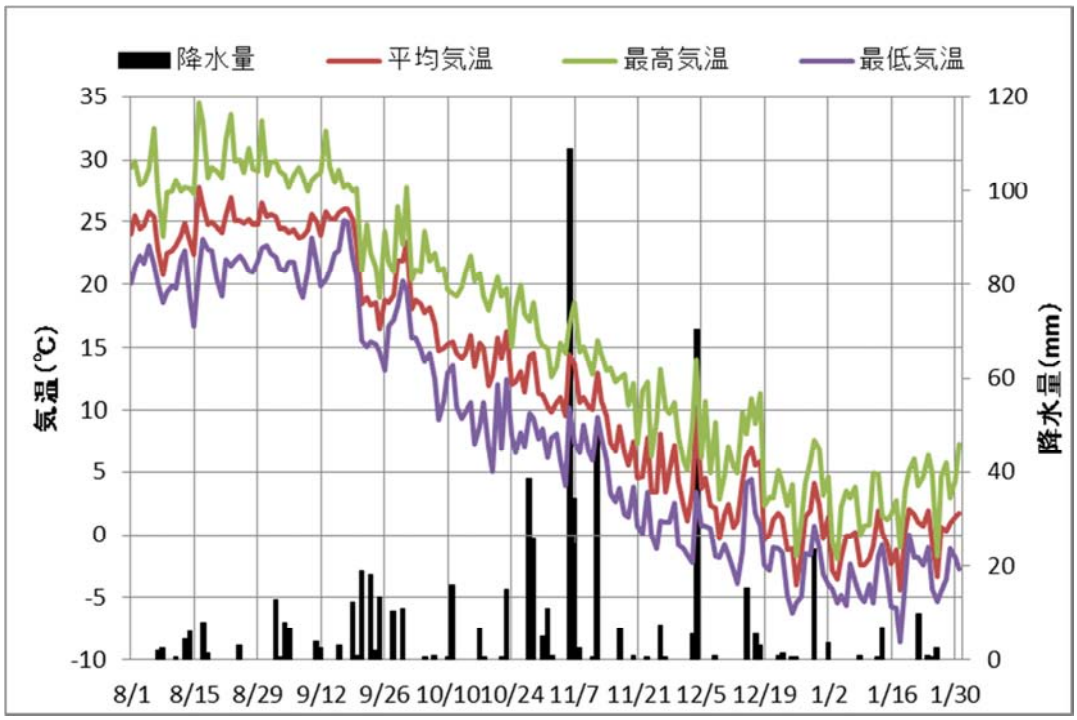


図 6-1-1-2　日平均気温、日最高気温、日最低気温、降水量の経日変化（大船渡）

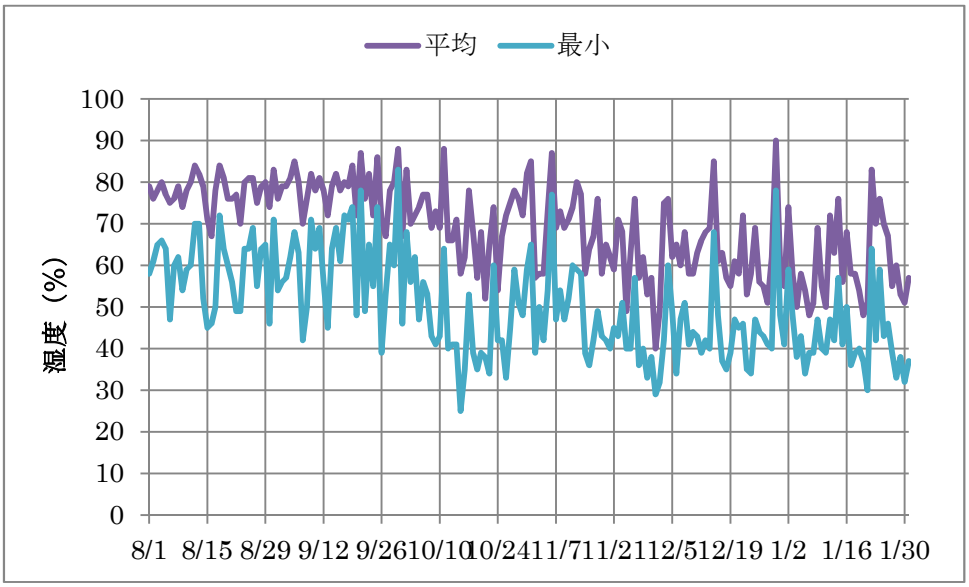


図 6-1-1-3　平均湿度、最小湿度の経日変化（大船渡）

（２）消費電力量

実証試験期間における男性用及び女性用の消費電力量について表 6-1-1-3、1 日当たりの消費電力量の変化を図 6-1-1-4 に示す。

表 6-1-1-3　消費電力量

期間			日数（日）	男性用			女性用		
				期間計（kWh）	1 日あたり（kWh/日）	累積（kWh）	期間計（kWh）	1 日あたり（kWh/日）	累積（kWh）
2012/8/1	～	8/10	10	91	9.1	91	48	4.8	48
8/11	～	8/20	10	98	9.8	189	52	5.2	100
8/21	～	8/31	11	113	10.3	302	57	5.2	157
9/1	～	9/10	10	103	10.3	405	52	5.2	209
9/11	～	9/20	10	102	10.2	507	51	5.1	260
9/21	～	9/30	10	102	10.2	609	52	5.2	312
10/1	～	10/10	10	97	9.7	706	56	5.6	368
10/11	～	10/20	10	110	11.0	816	70	7.0	438
10/21	～	10/31	11	128	11.6	944	83	7.5	521
11/1	～	11/10	10	134	13.4	1,080	87	8.7	608
11/11	～	11/20	10	145	14.5	1,220	96	9.6	704
11/21	～	11/30	10	162	16.2	1,390	113	11.3	817
12/1	～	12/10	10	186	18.6	1,570	128	12.8	945
12/11	～	12/20	10	142	14.2	1,710	102	10.2	1,050
12/21	～	12/31	11	183	16.6	1,900	126	11.5	1,170
2013/1/1	～	1/10	10	180	18.0	2,080	114	11.4	1,290
1/11	～	1/20	10	182	18.2	2,260	115	11.5	1,400
1/21	～	1/31	11	189	17.2	2,450	123	11.2	1,530

実証試験期間における消費電力量の合計は、男性用が 2,450kWh、女性用が 1,530kWh であり、1 日当たりの平均消費電力量は男性用が 13.3kWh/日、女性用が 8.29kWh/日であった。

1 日当たりの消費電力量の変化をみると、男性用、女性用ともに外気温等が低下した 10 月以降増加傾向が認められた。これは、受入槽内のヒーターが 25℃の設定になっており、外気温とともに槽内水温が低下した 10 月以降、頻繁にヒーターが稼動したためと考えられる。

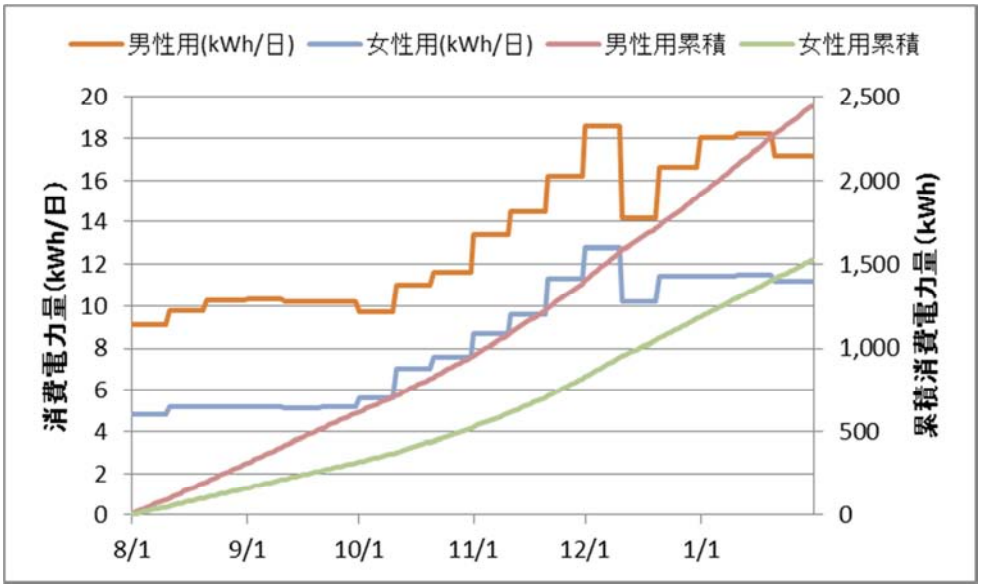


図 6-1-1-4　消費電力量の変化

ヒーターの稼動がなく、消費電力量がほぼ一定である 10 月 10 日までを夏季とし、ヒーターが稼動し段階的に消費電力量が上昇している 10 月 11 日以降を冬季とし、それぞれの 1 日当たりの消費電力量を求め、装置の仕様として示されている数値とともに表 6-1-1-4 に示した。

表 6-1-1-4　消費電力量における実証試験結果と装置の仕様の比較

	男性用			女性用		
	夏季	冬季	全期間	夏季	冬季	全期間
実証試験(kWh/日)	9.94	15.4	13.3	5.18	10.2	8.29
仕様(kWh/日)	7.17	11.6	—	5.81	8.65	—

装置の仕様と比較すると、1 日当たりの平均消費電力量は、女性用の夏季では実証試験結果のほうが装置の仕様より 0.63kWh/日少なかったが、男性用の夏季は 2.77kWh/日、冬季は 3.80kWh/日、女性用の冬季は 1.59kWh/日、実証試験結果のほうが装置の仕様より多かった。

女性用の夏季において、実証試験結果のほうが仕様より消費電力量が小さかったのは、使用人数が少なく、循環水を給水槽からトイレ便器のロータンクへ移送するポンプの稼動が少なかったためと考えられる。

夏季と冬季の消費電力量の差は、便器ヒーター及び受入槽ヒーター（合わせて、「ヒーター」とす

る）の稼動による消費電力量と考えられる。

ヒーターの稼動分として、実証試験結果では男性用 5.47kWh/日（仕様との差 1.03kWh/日）、女性用 5.02kWh/日（同 2.18kWh/日）であり、仕様との差でみると女性用の消費電力量のほうが多かった。これは、男性用、女性用とも気温及び水温の低下により仕様に示されたヒーターの稼動率（便器ヒーターが 50%、受入槽ヒーターが 30%）より多くヒーターが稼動したが、女性用では男性用に比べてさらに稼働率が高かったためと考えられる。

男性用では、夏季の消費電力量が仕様より約 40%多く、それに加えて冬季ではさらにヒーターの稼動分 5.47kWh/日が上乗せされいる。また、女性用では、夏季の消費電力量は仕様の約 89%であり、それに加えて冬季はヒーターの稼動分 5.06kWh/日が上乗せされている。装置の仕様における消費電力量については、ヒーターの稼動率等を検討し、見直す必要がある。

消費電力量がほぼ一定である 10 月 9 日までの消費電力量の平均値と第二曝気槽の水温の平均値を求め、10 月 10 日以降の消費電力量と水温について、それぞれの平均値との差を消費電力量差、及び水温差としてその関係を図 6-1-1-5 に示した。

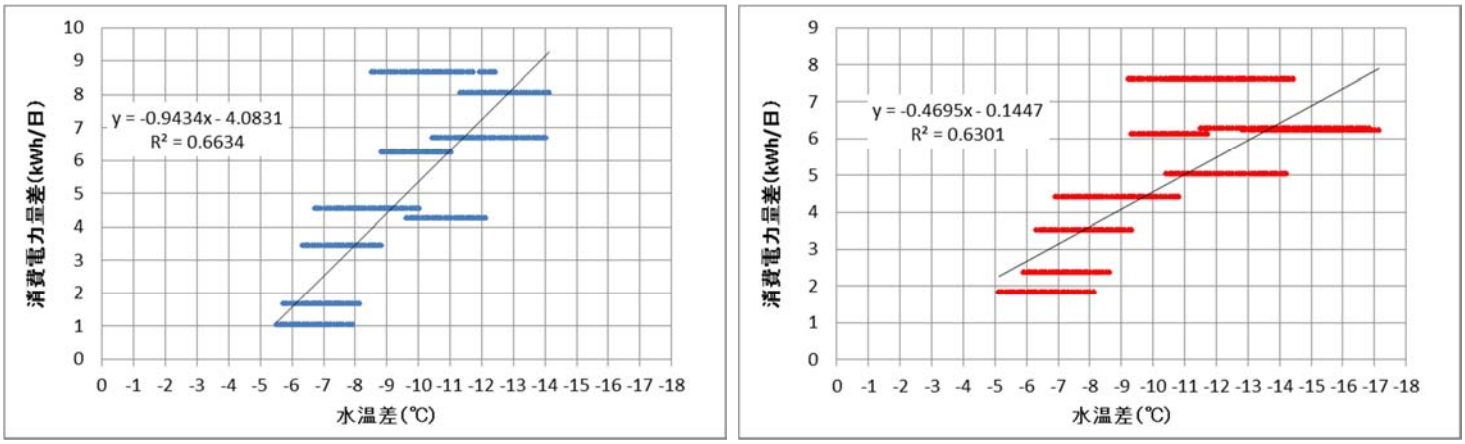


図 6-1-1-5　水温差と消費電力量差の関係（左：男性用　右：女性用）

回帰式から、第二曝気槽の水温が 1℃低下すると、受入槽のヒーターによる消費電力量が男性用では 0.943kWh/日、女性用では 0.470kWh/日の増加が見込まれる。

（３）使用人数

実証試験期間における男性用及び女性用のトイレの使用人数及び累積使用人数の推移を図 6-1-1-6 に示す。なお、男性用は、トイレブースが洋式便器と小便器に分けられており、それぞれ利用者カウンターにより使用人数が把握されているので、その合計を「男性合計」とし、男性用の使用人数とした。

実証試験期間の使用人数の合計は女性用 1,869 人、男性用（小大便器合計）4,921 人、1 日当たりの平均使用人数は女性用 10 人/日、男性用 27 人/日であった。また、この期間の最高使用人数は、女性用 50 人/日（8 月 14 日）、男性用 75 人/日（8 月 15 日）であった。

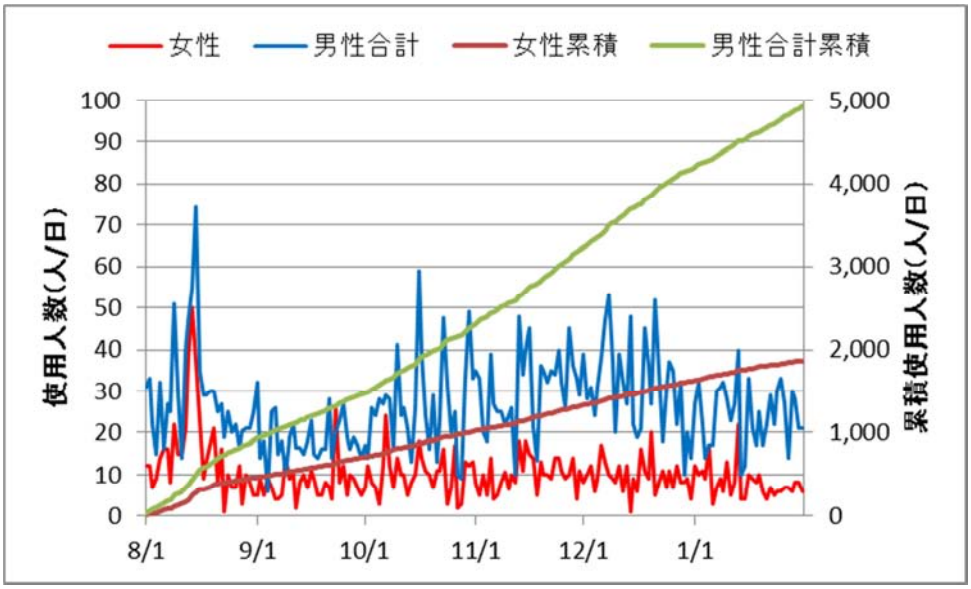


図 6-1-1-6　使用人数の推移

実証試験期間を 1 週間ごと（7 日間、火曜日から翌週月曜日）に区切り、各週の使用人数、及び 1 日当たりの平均使用人数を表 6-1-1-4、1 日当たりの平均使用人数を図 6-1-1-6 に示す。

1 日当たりの平均使用人数は、男性用で 17～38 人/日、女性用で 6～24 人/日であり、平常時の処理能力のそれぞれ 17～38%、10～40%であった。

表 6-1-1-4　各週の使用人数及び 1 日当たりの平均使用人数

期間			使用人数（人/週）		1 日当たりの平均使用人数（人/日）	
			女性用	男性用合計	女性用	男性用合計
8/1	～	8/7	86	176	12	25
8/8	～	8/14	169	262	24	37
8/15	～	8/21	128	253	18	36
8/22	～	8/28	56	150	8	21
8/29	～	9/4	51	137	7	20
9/5	～	9/11	53	135	8	19
9/12	～	9/18	52	118	7	17
9/19	～	9/25	70	144	10	21
9/26	～	10/2	55	116	8	17
10/3	～	10/9	73	178	10	25
10/10	～	10/16	75	210	11	30
10/17	～	10/23	80	192	11	27
10/24	～	10/30	57	178	8	25
10/31	～	11/6	59	205	8	29
11/7	～	11/13	66	180	9	26
11/14	～	11/20	86	225	12	32
11/21	～	11/27	77	244	11	35
11/28	～	12/4	65	220	9	31
12/5	～	12/11	78	265	11	38
12/12	～	12/18	61	214	9	31
12/19	～	12/25	71	236	10	34
12/26	～	1/1	60	160	9	23
1/2	～	1/8	66	163	9	23
1/9	～	1/15	62	172	9	25
1/16	～	1/22	54	164	8	23
1/23	～	1/29	45	184	6	26
1/30	～	1/31	14	42	7	21

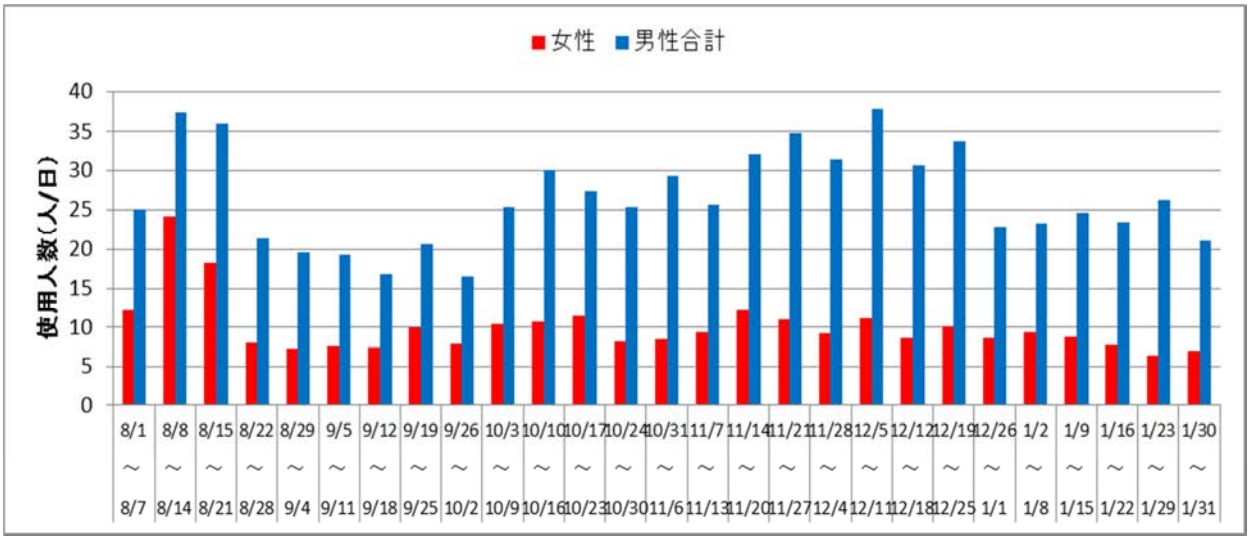


図 6-1-1-7　各週の 1 日当たりの平均使用回数

試料採取日の前日までの使用人数、及びこの期間の 1 日当たりの平均使用人数について、表 6-1-1-5 に示す。

表 6-1-1-5　試料採取日前日までの使用人数

調査日	期間	日数（日）	累積使用人数（人）		使用人数（人）		1 日当たりの使用人数（人/日）	
			女性	男性合計	女性	男性合計	女性	男性合計
9/4	8/1 ～ 9/3	34	481	971	481	971	14	29
10/30	9/4 ～ 10/29	56	993	2,198	512	1,227	9	22
11/28	10/30 ～ 11/27	29	1,293	3,101	300	903	10	31
1/9	11/28 ～ 1/8	42	1,694	4,359	401	1,258	10	30
試料採取期間	8/1 ～ 1/8	161	1,694	4,359	1,694	4,359	11	27
全期間	8/1 ～ 1/31	184	1,869	4,921	1,869	4,921	10	27

また、使用人数増加を目的とし、案内版を設置した。本案内版により、トイレの PR と実証事業への理解を促した。

写真 6-1-1-1　案内表示①（トイレ背面）

写真 6-1-1-2　案内表示②（大島汽船事務所入口）

6-1-2　稼動条件・状況のまとめ

＜外気温、降水量、湿度＞

外気温、降水量、実証試験期間における気仙沼アメダス（北緯 38 度 54.4 分、東経 141 度 33.4 分、標高 62m））の月ごとの降水量、気温、及び、大船渡特別地域気象観測所（北緯 39 度 3.8 分、東経 141 度 42.8 分、標高 37m）の月ごとの降水量、気温、湿度を気象庁ホームページ気象統計情報から引用した。

気仙沼における実証試験期間中の最高気温は、33.9℃、最低気温は、－9.2℃、大船渡の最高気温は、34.5℃、最低気温は－8.6℃であった。これは、2011 年の 1 月及び 8 月～12 月の気仙沼における最高気温、最低気温とほぼ同様であった。

＜消費電力量＞

実証試験期間における消費電力量の合計は、男性用が 2,450kWh、女性用が 1,530kWh であり、1 日当たりの平均消費電力量は男性用が 13.3kWh/日、女性用が 8.29kWh/日であった。

1 日当たりの消費電力量の変化をみると、男性用、女性用ともに外気温等が低下した 10 月以降増加傾向が認められた。これは、受入槽内のヒーターが 25℃の設定になっており、外気温とともに槽内水温が低下した 10 月以降、頻繁にヒーターが稼動したためと考えられる。

ヒーターの稼動がなく、消費電力量がほぼ一定である 10 月 10 日までを夏季とし、ヒーターが稼動し段階的に消費電力量が上昇している 10 月 11 日以降を冬季とし、それぞれの 1 日当たりの消費電力量を求め、装置の仕様と比較したところ、1 日当たりの平均消費電力量は、女性用の夏季では実証試験結果のほうが装置の仕様より 0.63kWh/日少なかったが、男性用の夏季は 2.77kWh/日、冬季は 3.80kWh/日、女性用の冬季は 1.59kWh/日、実証試験結果のほうが装置の仕様より多かった。女性用の夏季において、実証試験結果のほうが仕様より消費電力量が小さかったのは、使用人数が少なく、循環水を給水槽からトイレ便器のロータンクへ移送するポンプの稼動が少なかったためと考えられる。

夏季と冬季の消費電力量の差は、便器ヒーター及び受入槽ヒーター（合わせて、「ヒーター」とする）の稼動による消費電力量と考えられる。

ヒーターの稼動分として、実証試験結果では男性用 5.47kWh/日（仕様との差 1.03kWh/日）、女性用 5.02kWh/日（同 2.18kWh/日）であり、仕様との差でみると女性用の消費電力量のほうが多かった。これは、男性用、女性用とも気温及び水温の低下により仕様に示されたヒーターの稼動率（便器ヒーターが 50%、受入槽ヒーターが 30%）より多くヒーターが稼動したが、女性用では男性用に

比べてさらに稼働率が高かったためと考えられる。

男性用では、夏季の消費電力量が仕様より約 40%多く、それに加えて冬季ではさらにヒーターの稼動分 5.47kWh/日が上乗せされいる。また、女性用では、夏季の消費電力量は仕様の約 89%であり、それに加えて冬季はヒーターの稼動分 5.06kWh/日が上乗せされている。装置の仕様における消費電力量については、ヒーターの稼動率等を検討し、見直す必要がある。

なお、実証試験結果から、第二曝気槽の水温が 1℃低下すると、受入槽のヒーターによる消費電力量が男性用では 0.94kWh/日、女性用では 0.47kWh/日の増加が見込まれる。

＜使用人数＞

実証試験期間の使用人数の合計は女性用 1,869 人、男性用（小大便器合計）4,921 人、1 日当たりの平均使用人数は女性用 10 人/日、男性用 27 人/日であった。また、この期間の最高使用人数は、女性用 50 人/日（8 月 14 日）、男性用 75 人/日（8 月 15 日）であった。

実証試験期間を 1 週間ごと（7 日間、火曜日から翌週月曜日）に区切って 1 日当たりの平均使用人数をみたところ、男性用で 17～38 人/日、女性用で 6～24 人/日であり、平常時の処理能力のそれぞれ 17～38%、10～40%であった。

6-2　維持管理性能

6-2-1　日常維持管理

日常維持管理は、水使用 - 生物処理 - プラスチック方式実証試験計画（平成 24 年 7 月）の資料 1－①の日常管理チェックシートに従い大島汽船（株）が実施した。表 6-2-1-1 に概要を示す。

表 6-2-1-1　日常維持管理の概要

	実証試験結果
実施日	毎日
実施者	大島汽船
作業人数	1 人
作業時間	約 30 分間
作業内容	トイレブースの掃除、トイレットペーパーの補充、洗浄水の目視による点検（水量、色等）
作業内容についての意見	上記作業は容易に実施できた。

6-2-2　専門維持管理

専門維持管理は、水使用 - 生物処理 - プラスチック方式実証試験計画（平成 24 年 7 月）の資料 1－②の専門管理チェックシートに従い、日本環境整備教育センターが実施した。表 6-2-2-1 に概要を示す。

表 6-2-2-1　専門維持管理の概要

	実証試験結果		
実施日	第1回	2012年 9月 4日	人数:2人
	第2回	10月30日	人数:2人
	第3回	11月28日	人数:2人
	第4回(終了時)	2013年 1月 9日	人数:2人
実施者	公益財団法人　日本環境整備教育センター		
作業時間	約 1 時間(試料採取を含む)		
作業内容	1. 全般的な点検事項 臭気の有無、水平保持、蚊やハエ等の害虫の発生の有無、異物等の混入の有無等 2. 装置の点検事項 目詰まりの有無、色、臭気の有無、装置周辺等の異常の有無、 3. 試料採取		
作業内容についての意見	上記作業は容易に実施できた。		

6-2-3　発生物の搬出及び処理・処分

本実証試験期間中には、発生物の搬出・運搬はなかったが、徐々に汚泥の蓄積及び槽内混合液濃度の増加がみられた。

6-2-4　トラブル対応

本実証試験期間中のトラブルは、女性用において、生理用品投入による便器の詰まりが 8 月 30 日にあった。生理用品を取出し、トイレブース内にゴミ箱を設置し、対応した。

6-2-5　維持管理マニュアルの信頼性

維持管理マニュアルの信頼性は、維持管理要領書の記載項目チェック票に従い、日本環境整備教育センターが実施した。表 6-2-5-1 に維持管理要領書の記載項目チェック票を示す。

表 6-2-5-1　維持管理要領書の記載項目チェック票

記入者名(組織名):加藤　裕之　　(日本環境整備教育センター)	
担当作業内容:専門管理　　(主な作業内容:現場調査、試料採取、分析)	
申請者名　ミッシング	技術名　水循環式バイオ水洗トイレ
アクアレット　メンテナンス・マニュアル(第1版)	

大項目	小項目	記載の有無	コメント
1.日常管理全般（製品説明）	1.　利用上の注意	無	
	2.　処理の仕組み	無	
	3.　各部名称	無	
	4.　主要機器一覧	無	
	5.　運転・使用方法	無	
	6.　日常点検・清掃・頻度	有	点検項目、処置等に分かり難い部分がある。
	7.　製品仕様	無	
	8.　充填材	無	
2. 専門管理全般（専門技術者向け）	9.　保守点検表	無	
	10.　制御盤	有	
	11.　処理槽	有	詳細な記述はない。
	12.　循環水等	有	
	13.　補修・交換部品	有	
	14.　充填材	有	
3. 開始・閉鎖時対応	15.　開始・閉鎖時対応	有	使用開始時の措置、使用終了後の措置として。
4. 発生物の搬出及び処理・処分	16.　清掃方法（汚泥引き抜き等）	有	
5. トラブル対応	17.　トラブル対応（想定及び対応例）	有	対応・処置が分かり難い。

維持管理要領書の信頼性の確認

大項目	小項目	記載内容	コメント
1.日常管理全般 （製品説明）	1. 読みやすさ	普通	日常管理と専門管理の区分が明確ではない。
	2. 理解しやすさ	悪い	点検項目、処置等に分かり難い部分がある。
	3. 正確性	普通	一部に誤字が見られる。
	4. 情報量	少ない	製品説明等、記述のない部分が多い。
2.専門管理全般 （専門技術者向け）	1. 読みやすさ	普通	日常管理と専門管理の区分が明確ではない。
	2. 理解しやすさ	悪い	点検項目、処置等に分かり難い部分がある。
	3. 正確性	普通	一部に誤字が見られる。
	4. 情報量	少ない	点検項目等、不明な部分がある。
3.開始・閉鎖時対応	1. 読みやすさ	普通	使用終了後及び極端に汚れた処理水の交換措置として記述。
	2. 理解しやすさ	普通	
	3. 正確性	普通	
	4. 情報量	少ない	
4.発生物の搬出及び処理・処分	1. 読みやすさ	普通	開始・閉鎖時対応と区分して記述されていない。
	2. 理解しやすさ	普通	
	3. 正確性	普通	
	4. 情報量	少ない	
5.トラブル対応	1. 読みやすさ	悪い	トラブル対応と専門管理の区分が明確でない
	2. 理解しやすさ	悪い	対応・処置が分かり難い。図や写真を用いて説明した方がよい。
	3. 正確性	普通	
	4. 情報量	少ない	異常の内容が分かり難い。 記述のない部分が多い。 事故や故障時の連絡体制がない

※小項目 1~3 については「①良い　②普通　③悪い」の３段階、小項目４については「①多い　②普通　③少ない」の３段階で評価している。

6-2-6　維持管理性能のまとめ

＜日常維持管理＞

実証試験期間における日常維持管理に示された作業は、容易に実施できた。

＜専門維持管理＞

実証試験期間における専門維持管理に示された作業は、一回当たり 2 人で 2 時間程度のものを計 4 回実施し、その作業は容易に実施できた。

＜発生物の搬出及び処理･処分＞

本実証試験期間中においては、発生物の搬出・運搬はなかったが、徐々に汚泥の蓄積及び槽内混合液濃度の増加がみられた。

＜トラブル対応＞

本実証試験期間中に、女性用において、生理用品投入による便器の詰まりが 8 月 30 日にあった。生理用品を取出し、トイレブース内にゴミ箱を設置し、対応した。

＜維持管理マニュアルの信頼性＞

維持管理マニュアルの信頼性は、維持管理要領書の記載項目チェック票に従い、日本環境整備教育センターが実施した。主要機器一覧、製品仕様についての記述がないことや異常時の対策・処置が分かり難いこと等が指摘された。

6-3　室内環境

6-3-1　室温、湿度

実証試験期間中の 8 月 9 日から 1 月 9 日の女性用トイレブースにおける室温の変化を図 6-3-1-1、湿度の変化を図 6-3-1-2 に示す。

室温は最高温度 37.4℃、最低温度－3.7℃であり、湿度は 27～99%で推移した。

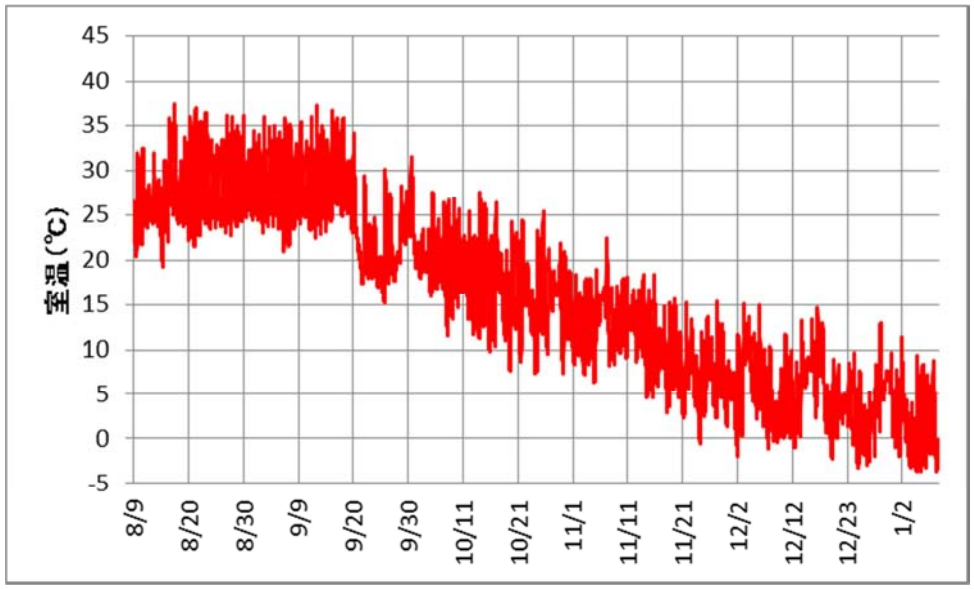


図 6-3-1-1　室温の変化

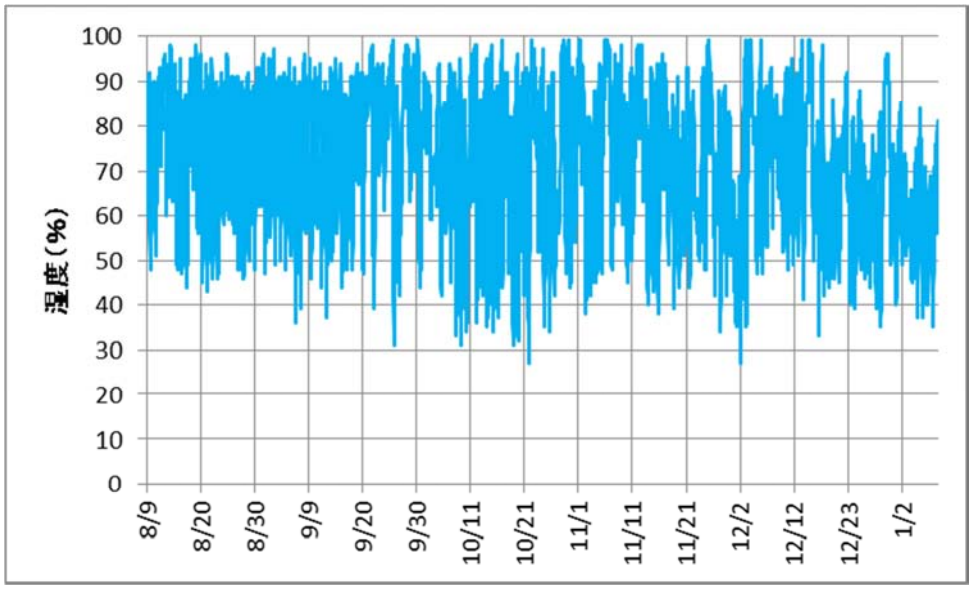


図 6-3-1-2　湿度の変化

6-3-2　室内環境に関する許容範囲

実証試験期間に、アクアレット利用者への「室内環境アンケート」を実施した。有効回答数は 49 件。アンケート実施期間は 2012 年 9 月 5 日から 2013 年 2 月 1 日まで。回答者属性、及び質問項目の集計結果を下記に示す。

（１）回答者属性

①性別と年代

表 6-3-2-1 を見ると、回答者の男女比はほぼ半々となっており、年代別では 30 代（33%）の割合が最も高い。男女の年齢構成を見ると、男性が 30 代（38%）、女性は 20 代（33%）の割合が最も高い。

表 6-3-2-1　回答者属性（性別と年代）

	男性	女性	記入なし	計
20代	2	8		10
30代	8	7	1	16
40代	7	3	1	11
50代	2	3	2	7
60代	2	3		5
計	21	24	4	49

②利用時間帯

表 6-3-2-2 のとおり利用時間帯を 3 つに区分して見ると、回答者は朝（43%）と昼（45%）の時間帯に集中している。実際の利用時間帯は 8:00～17:30 となっている。

表 6-3-2-2　回答者属性（利用時間帯）

利用時間帯	件数
朝 （～11:59）	20
昼 （12:00～15:59）	21
夕方 （16:00～）	6
無回答	2
計	49

③利用時の混雑状況

表 6-3-2-3 のとおり回答者全員が「空いていた」と答えている。この回答の要因として、回答用紙をトイレブース内に設置していたため、混雑時に記入が困難であったために回答者が空いている時間に集中した可能性がある。

表 6-3-2-3　回答者属性（利用時の混雑状況）

利用時の混雑状況	件数
空いていた	40
混雑（列はできていない）	0
混雑し列ができていた	0
無回答	9
計	49

（２）トイレ室内の臭気

トイレ室内の臭気は、「②許容範囲内」が51%で最も高い。「①快適である」（33%）と合わせると 83%となっている。（表 6-3-2-4）「③不快である」との回答は主に男性大便器で見られ、利用時間帯は 9 時前後及び 15 時であった。

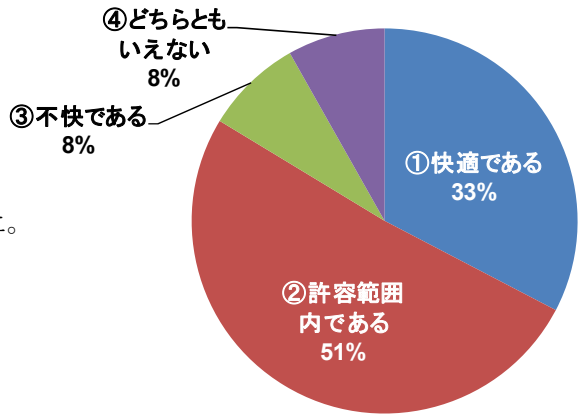


表 6-3-2-4　トイレ室内の臭気について

Q1 [SA]	件数
①快適である	16
②許容範囲内である	25
③不快である	4
④どちらともいえない	4
計	49

（３）洗浄水の色や濁り

洗浄水の色や濁りについては「①全く気にならない」（74%）と「②許容範囲内である」（22%）を合わせると96%となっており、ほとんどの利用者が気になっていないと言える。（表 6-3-2-5）「③不快である」との回答を見ると、“公衆トイレなら問題はないが自宅には置きたくない”、“くさい”とのコメントがあった。

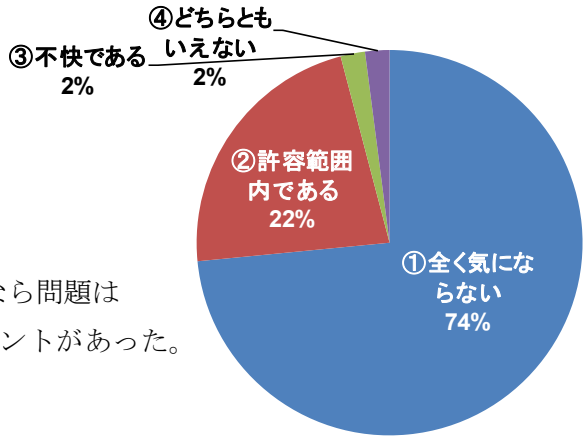


表 6-3-2-5　洗浄水の色や濁りについて

Q2 [SA]	件数
①全く気にならない	36
②許容範囲内である	11
③不快である	1
④どちらともいえない	1
計	49

表 6-3-2-6　臭気と洗浄水の色や濁りの関係性（参考）

		洗浄水の色や濁り				
		①	②	③	④	総計
臭気	①	15	1			16
	②	18	7			25
	③	1	1	1	1	4
	④	2	2			4
	計	36	11	1	1	49

①全く気にならない
②許容範囲内である
③不快である
④どちらともいえない

臭気が「全く気にならない」、または「許容範囲内である」と感じている状況では、洗浄水の色や濁りも同様に「全く気にならない」、または「許容範囲内である」と回答されている。

（４）自由回答結果・考察

自由回答のあった 28 件の内容を見ると、「きれい・快適」といった記述が 11 件（39%）で見られている。その他には「臭わない」が 3 件（10%）見られた。

マイナス面では便座にヒーターを入れていないため、11 月下旬の回答以降で「便座が冷たい」5 件（18%）という指摘があった。その他、少数意見として「大量の時にトイレットペーパーが詰まりやすい」、「鍵が閉めにくい」、「ドアの施錠がしにくい」という設備面のコメントも見られた。

6-3-3　室内環境のまとめ

＜室温、室内湿度＞

実証試験期間中の８月９日から１月９日の女性用トイレブースにおける室温及び湿度を測定した。

室温は最高温度 37.4℃、最低温度－3.7℃であり、湿度は 27～99％で推移した。

＜許容範囲＞

トイレ室内の臭気は、「②許容範囲内」が 51%で最も高く、「①快適である」（33%）と合わせると全体の 83%が許容範囲となっている。同様に、洗浄水の色や濁りについても「①全く気にならない」（74%）と「②許容範囲内である」（22%）を合わせると 96%となっている。臭気が「①全く気にならない」、または「②許容範囲内である」と感じている状況では、洗浄水の色や濁りも同様に「①全く気にならない」、または「②許容範囲内である」と回答されている。これらから、大部分の利用者が臭気、洗浄水の色や濁りを気にしていない状況といえる。

自由回答では、便座にヒーターを入れていないため「便座が冷たい」という指摘が見られた。「大量の時にトイレットペーパーが詰まりやすい」、「鍵が閉めにくい」、「ドアの施錠がしにくい」という設備面の意見が見られたものの少数である。

6-4　周辺環境への影響

実証対象装置は、水循環式であり、増加水量はバキューム車等により引抜かれ、し尿処理施設等に搬入されるため、排水による周辺環境への影響はない。

土地改変について、設計処理能力にもよるが、本実証試験装置は、便器と処理槽が一体型で設置面積が小さく、大規模な地形変更は実施されない。次項の図 6-4-1 に設置場所周辺状況、図 6-4-2 に設置場所概略図を示す。

排オゾンは、本実証試験において、処理装置内及び周辺ともに、ほとんど検出されず、周辺環境への影響は少ないものと考えられる。

現地下見　：　2012年7月　6日
工事日　　：　2012年7月18日
設置日　　：　2012年7月20日

場所　　：　気仙沼大島裏の浜　大島汽船事務所南側
環境　　：　電源有り、上水道有り、下水道は被災して破壊
土地所有者　：　気仙沼市

① 設置前状況：災害後盛土に砕石を撒いてあった。

幅5m×奥行き3m、高低差30cmを埋める工事。

② 盛土をして砕石を転圧した。

工事完了

③トラッククレーンで据付設置状態

据付完了

6-5　処理性能

6-5-1　現場測定結果

（１）処理装置内の温度、湿度

実証試験期間中の８月９日から１月９日における処理装置内の温度、湿度の変化について、男性用を図 6-5-1-1、女性用を図 6-5-1-2 に示す。

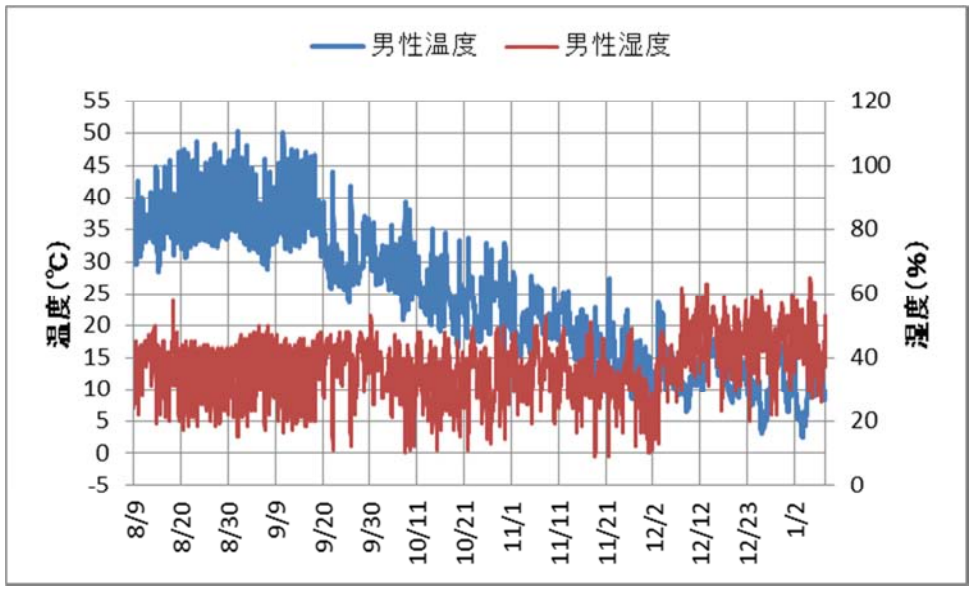


図 6-5-1-1　処理装置内の温度、湿度の変化（男性用）

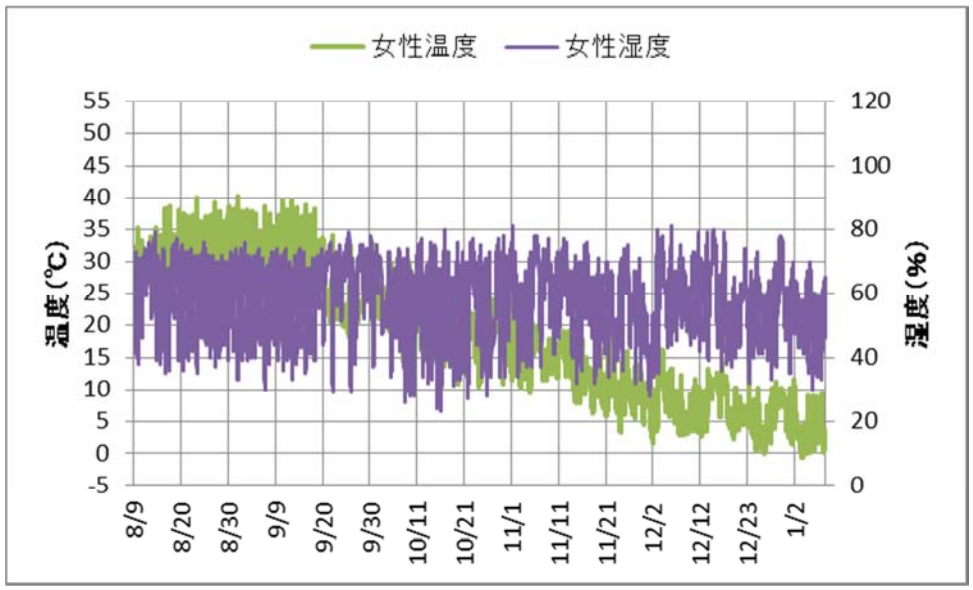


図 6-5-1-2　処理装置内の温度、湿度の変化（女性用）

また、処理装置内の温度、湿度の最大値、最小値、平均値を表 6-5-1-1 に示した。

表 6-5-1-1　処理装置内の温度、湿度の最大値、最小値、平均値

	男性用		女性用	
	温度（℃）	湿度（%）	温度（℃）	湿度（%）
最大値	50.3	65	40.2	81
最小値	2.3	9	−0.7	23
平均値	23.7	38	18.0	59

処理装置内の温度は男性用 2.3～50.3℃（平均 23.7℃）、女性用－0.7～40.2（平均 18.0）で男性用が高く、湿度は男性用 9～65%（平均 38%）、女性用 23～81（平均 59%）で女性用が高かった。

（２）処理槽内の水温

実証試験期間中の 8 月 9 日から 1 月 9 日における処理槽内の水温の変化について、図 6-5-1-3 に示す。なお、測定箇所は写真 5-4-1-6 に示した第二曝気槽及び給水槽である。

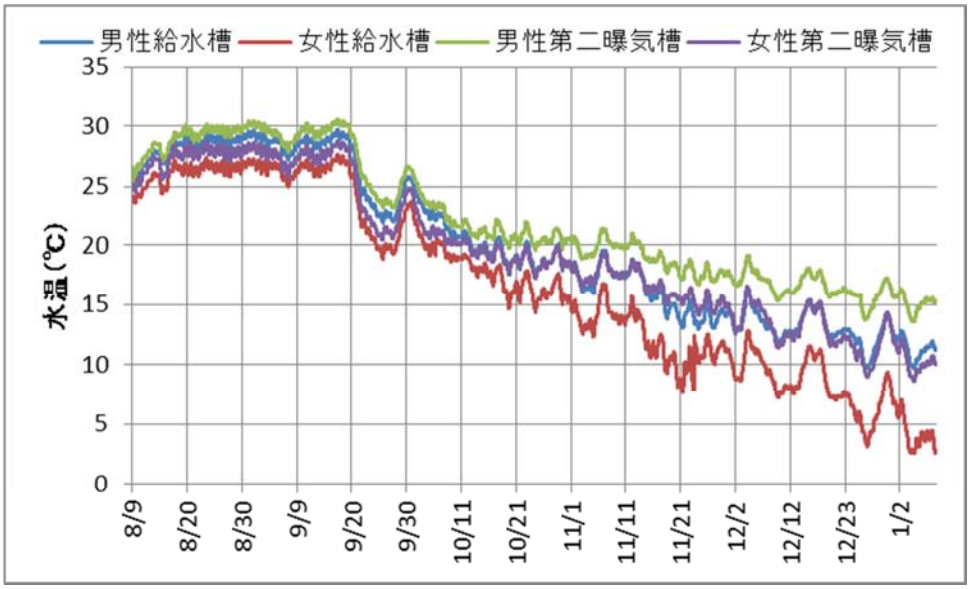


図 6-5-1-3　処理槽内水温の変化

処理槽内の水温の最大値、最小値、平均値を表 6-5-1-2 に示す。

表 6-5-1-2　処理槽内水温の最大値、最小値、平均値

	男性用		女性用	
	第二曝気槽	給水槽	第二曝気槽	給水槽
最大値(℃)	30.6	29.7	28.8	27.7
最小値(℃)	13.6	9.7	8.7	2.6
平均値(℃)	22.1	20.0	19.6	16.7

男性用給水槽では、9.7～29.7℃（平均 20.0℃）、第二曝気槽で 13.6～30.6℃（平均 22.1℃）と第

二曝気槽の方が高く、女性用給水槽では 2.6～27.7℃（平均 16.7℃）、第二曝気槽で 8.7～28.8℃（平均 19.6℃）と第二曝気槽の方が高かった。これは、受入槽にヒーターが設置され、暖められた受入槽内水が第一曝気槽を経て、第二曝気槽へ流入した影響と考えられる。

（３）槽内の現場測定項目

処理槽内の現場測定結果について、男性用を表 6-5-1-3、女性用を表 6-5-1-4 に示す。

表 6-5-1-3　処理槽内の現場測定結果　男性用

現場測定結果（9月4日）　　AQL-YS-150Ⅲ

	透視度 (cm)	DO (mg/L)	SV (%)	水温 (℃)	pH (－)	EC (μS/cm)	オゾン (mg/L)	残留塩素 (mg/L)	水位 (mm)
①受入槽	—	7.3	—	30.4	6.1	6.39	—	—	—
②第一曝気槽	3	7.6	5	29.4	6.1	—	—	—	460
③第二曝気槽	—	7.4	—	30.5	6.2	—	—	—	380
⑤沈殿槽	8	—	—	30.2	6.9	5.07	—	—	370
⑥濾過槽	12	—	—	29.2	7.1	4.72	—	—	370
⑦消毒槽	—	—	—	—	—	—	—	—	220
⑧給水槽	72	—	—	29.7	6.7	2.37	0.28	0.10	220

現場測定結果（10月30日）　　AQL-YS-150Ⅲ

	透視度 (cm)	DO (mg/L)	SV (%)	水温 (℃)	pH (－)	EC (μS/cm)	オゾン (mg/L)	残留塩素 (mg/L)	水位 (mm)
①受入槽	6		—	—	—	9.07	—	—	—
②第一曝気槽	—	8.7	4	19.8	6.2	—	—	—	460
③第二曝気槽	—	8.7	—	20.7	5.9	—	—	—	430
④第三曝気槽	—	8.8	—	—	—	—	—	—	—
⑤沈殿槽	18	—	—	—	—	8.64	—	—	380
⑥濾過槽	34	—	—	—	—	8.17	—	—	380
⑦消毒槽	—	—	—	—	—	—	—	—	230
⑧給水槽	＞100	—	—	18.8	5.7	6.32	0.01	0.05	230

現場測定結果（11月28日）　　AQL-YS-150Ⅲ

	透視度 (cm)	DO (mg/L)	SV (%)	水温 (℃)	pH (－)	EC (μS/cm)	オゾン (mg/L)	残留塩素 (mg/L)	水位 (mm)
①受入槽		2.9	—	21.8	7.1	12.5	—	—	380
②第一曝気槽	3	6.8	＜1	17.7	6.0	12.6	—	—	440
③第二曝気槽	—	6.5	—	17.7	5.7	12.1	—	—	420
⑤沈殿槽	14	1.5	—	15.7	6.4	11.5	—	—	370
⑥濾過槽		—	—	13.2	6.4	11.4	—	—	370
⑦消毒槽	—	—	—	—	—	—	—	—	370
⑧給水槽	72	7.8	—	14.3	6.2	6.81	0.00	0.05	370

現場測定結果（1月9日）　　AQL-YS-150Ⅲ

	透視度 (cm)	DO (mg/L)	SV (%)	水温 (℃)	pH (－)	EC (μS/cm)	オゾン (mg/L)	残留塩素 (mg/L)	水位 (mm)
①受入槽		0.0	—	24.3	8.3	19.8	—	—	440
②第一曝気槽	4	4.7	＜1	12.3	8.3	18.2	—	—	400
③第二曝気槽	—	5.2	—	15.4	6.1	15.8	—	—	400
⑤沈殿槽	22	3.9	—	13.9	6.1	15.5	—	—	390
⑥濾過槽		1.8	—	10.1	6.1	15.4	—	—	390
⑦消毒槽	—	—	—	—	—	—	—	—	300
⑧給水槽	＞100	5.3	—	11.8	6.3	13.4	0.03	0.05	300

表 6-5-1-4　処理槽内の現場測定結果　女性用

現場測定結果（9月4日）　　AQL-Y-100Ⅲ

	透視度 (cm)	DO (mg/L)	SV (%)	水温 (℃)	pH (－)	EC (μS/cm)	オゾン (mg/L)	残留塩素 (mg/L)	水位 (mm)
①受入槽	—	6.7	—	28.7	7.9	4.04	—	—	—
②第一曝気槽	2	7.7	3	28.4	5.6	—	—	—	485
③第二曝気槽	—	7.7	—	28.2	5.5	—	—	—	420
⑤沈殿槽	41	—	—	27.6	7.5	2.20	—	—	400
⑥濾過槽	42	—	—	27.2	8.2	1.71	—	—	400
⑦消毒槽	—	—	—	—	—	—	—	—	195
⑧給水槽	＞100	—	—	27.2	8.5	1.36	0.09	＞3	195

現場測定結果（10月30日）　　AQL-Y-100Ⅲ

	透視度 (cm)	DO (mg/L)	SV (%)	水温 (℃)	pH (－)	EC (μS/cm)	オゾン (mg/L)	残留塩素 (mg/L)	水位 (mm)
①受入槽	3	—	—	—	—	6.04	—	—	—
②第一曝気槽	—	9.1	2	18.4	7.9	—	—	—	490
③第二曝気槽	—	9.0	—	18.9	5.9	—	—	—	420
⑤沈殿槽	43	—	—	—	—	4.62	—	—	390
⑥濾過槽	63	—	—	—	—	4.15	—	—	390
⑦消毒槽	—	—	—	—	—	—	—	—	165
⑧給水槽	＞100	—	—	16.1	7.9	2.97	0.04	0.05	165

現場測定結果（11月28日）　　AQL-Y-100Ⅲ

	透視度 (cm)	DO (mg/L)	SV (%)	水温 (℃)	pH (－)	EC (μS/cm)	オゾン (mg/L)	残留塩素 (mg/L)	水位 (mm)
①受入槽	—	5.2	—	23.7	7.1	7.52	—	—	—
②第一曝気槽	4	7.2	0	15.8	5.7	7.45	—	—	475
③第二曝気槽	—	6.7	—	15.2	4.9	7.20	—	—	420
⑤沈殿槽	13	3.2	—	12.7	6.2	6.70	—	—	400
⑥濾過槽	—	—	—	11.0	7.4	6.02	—	—	400
⑦消毒槽	—	—	—	—	—	—	—	—	340
⑧給水槽	＞100	7.6	—	11.5	7.6	2.22	0.00	0.05	340

現場測定結果（1月9日）　　AQL-Y-100Ⅲ

	透視度 (cm)	DO (mg/L)	SV (%)	水温 (℃)	pH (－)	EC (μS/cm)	オゾン (mg/L)	残留塩素 (mg/L)	水位 (mm)
①受入槽	—	4.7	—	18.0	6.1	9.51	—	—	—
②第一曝気槽	5	5.3	0	9.6	4.8	9.57	—	—	440
③第二曝気槽	—	5.2	—	10.6	4.5	9.25	—	—	420
⑤沈殿槽	21	2.6	—	8.0	5.7	9.01	—	—	390
⑥濾過槽	—	3.3	—	4.8	7.5	9.19	—	—	390
⑦消毒槽	—	—	—	—	—	—	—	—	10
⑧給水槽	＞100	7.6	—	—	—	7.87	0.23	0.05	10

1）水温

槽内の水温の変化を図 6-5-1-4 に示す。

給水槽、第二曝気槽の水温の変化は、図 6-5-1-3 に示したが、専門管理・試料採取日の午前中の水温であるため、図 6-5-1-3 の結果から逸脱することはなかった。受入槽では、ヒーター及びばっ気の影響があり、また第一曝気槽及び第二曝気槽ではばっ気の影響により、沈殿槽、濾過槽、給水槽より水温が高かったと考えられる。

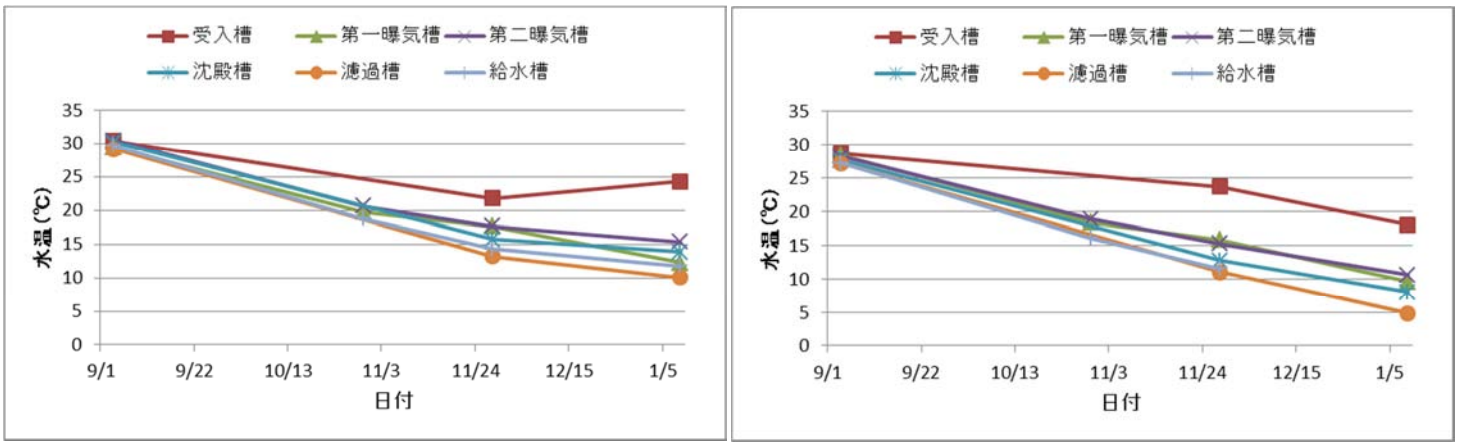


図 6-5-1-4　水温の変化（左：男性用　右：女性用）

2）pH

槽内の pH の変化を図 6-5-1-5 に示す。

pH は男性用で 5.7～8.3、女性用で 4.5～8.5 で推移し、単位装置及び調査日によって硝化反応の進行による pH の低下が認められた。

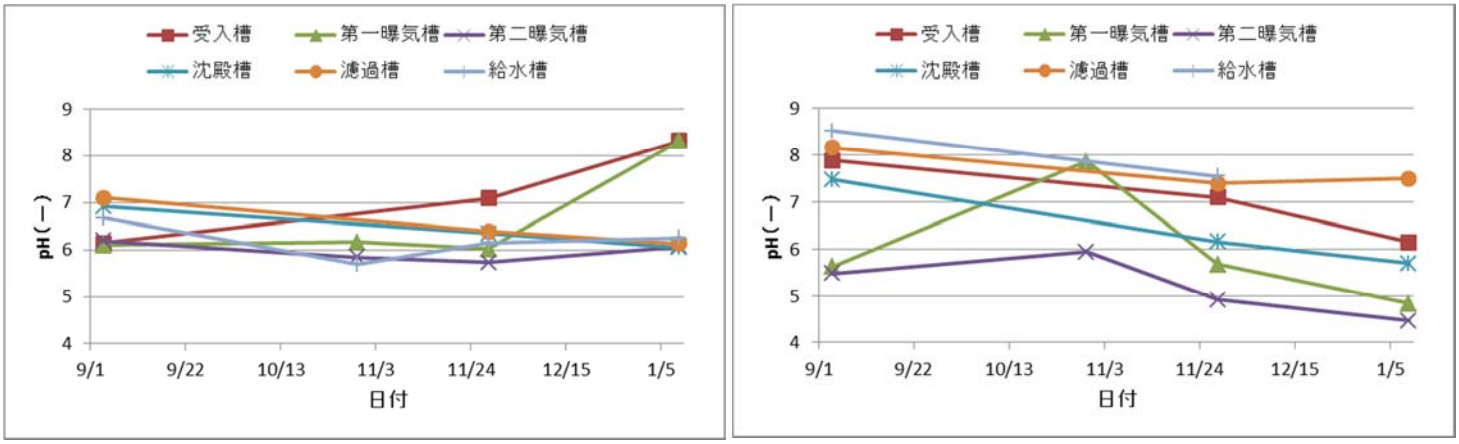


図 6-5-1-5　pH の変化（左：男性用　右：女性用）

3）電気伝導率（EC）の変化

槽内の電気伝導率の変化を図 6-5-1-6 に示す。

各槽の電気伝導率は、日数の経過に伴い増加傾向を示した。給水槽は、6-5-1 の（5）に示した水位低下による水道水補給の影響により、増加速度のばらつきがみられた。

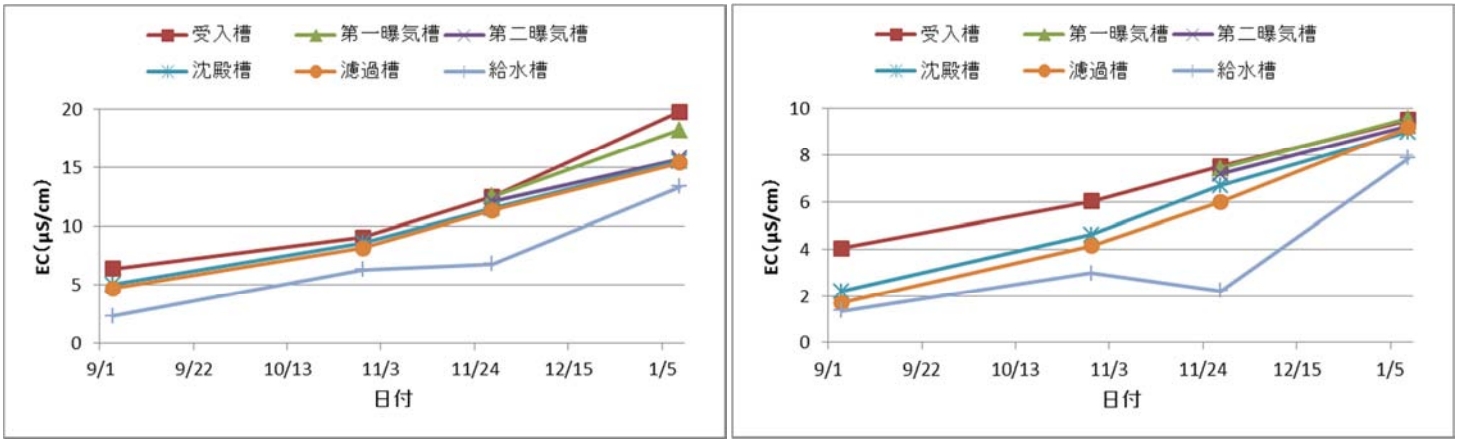


図 6-5-1-6　EC の変化（左：男性用　右：女性用）

（４）臭気

専門維持管理の実施日（第 1 回：9 月 4 日、第 2 回：10 月 30 日、第 3 回：11 月 28 日、第 4 回：1 月 9 日）における処理装置周辺、処理槽内、トイレブース内の臭気の状況を表 6-5-1-5 に示す。

男性用小便器トイレブース内では、微弱なアンモニア臭が感じられたが、男性用大便器トイレブースや女性用トイレブースでは臭気はほとんど感じられなかった。また、男性用、女性用の処理槽内、及び処理装置周辺では、臭気は感じられなかった。

処理槽内及びトイレブース内は、十分な換気がなされていたことと、加えてトイレブースは日常維持管理の掃除により、臭気はほとんど感じられなかった。

表 6-5-1-5　処理装置周辺、処理槽内、男女トイレブース内の臭気

	処理装置周辺	処理槽内		トイレブース内		
		男性用 (AQL-YS-150Ⅲ)	女性用 (AQL-Y-100Ⅲ)	男性用		女性用
				小便器	大便器	
2012/9/4	無	無	無	無	無	無
10/30	無	無	無	微	無	無
11/28	無	無	無	微	無	無
2013/1/9	無	無	無	微	微	無

（５）給水槽の水量調整

給水槽の水位低下に伴い、水道水を補給した。補給量を表 6-5-1-6 に示す。

給水槽への補給水量は、第 4 回専門管理、試料採取日の前までで男性用 301L、女性用 510L であり、初期水量のそれぞれ 22.1%、59.3%に当たる水量である。

なお、専門管理・試料採取日に実施している水道水の補給は、専門管理・試料採取実施後に行っている。

表 6-5-1-6　補給水量

	男性用			女性用		
	調整前	調整後	補充水量	調整前	調整後	補充水量
	(mm)	(mm)	(L)	(mm)	(mm)	(L)
2012/8/10	230	330	62	250	350	62
9/4	220	330	68	195	350	95
10/6	250	330	49	160	310	92
10/30	230	330	62	165	310	89
11/24	250	350	62	40	320	172
2013/1/9	310	350	25	20	320	185
計			326			695
1/8 まで			301			510

6-5-2　試料分析結果

専門維持管理実施日（第 1 回：9 月 4 日、第 2 回：10 月 30 日、第 3 回：11 月 28 日、第 4 回：1 月 9 日）に採取した第一曝気槽槽内水、沈殿槽流出水、給水槽槽内水の水質分析結果を表 6-5-2-1 に示す。

表 6-5-2-1（1）　水質分析結果（9 月 4 日）

検体名	SS (mg/L)	BOD (mg/L)	ATU-BOD (mg/L)	溶解性BOD (mg/L)	COD (mg/L)	溶解性COD (mg/L)	TOC (mg/L)	溶解性TOC (mg/L)	Cl (mg/L)	色度 (度)
男子　第一曝気槽	1,000	229	200	—	915	—	2,930	—	945	304
沈殿槽	72	30	15	—	309	—	143	—	806	286
給水槽	8	15	14	—	64	—	25	—	344	19
女子　第一曝気槽	940	155	106	—	590	—	551	—	643	463
沈殿槽	5	102	20	—	56	—	29	—	277	44
給水槽	1	< 3	< 3	—	14	—	34	—	151	2

検体名	T-N (mg/L)	Kje-N (mg/L)	NH4-N (mg/L)	NO2-N (mg/L)	NO3-N (mg/L)	大腸菌 (MPN/100mL)	大腸菌群 (MPN/100mL)
男子　第一曝気槽	525	221	110	251	53	—	—
沈殿槽	323	129	120	144	50	—	—
給水槽	155	36	36	34	85	< 1	276
女子　第一曝気槽	272	96	50	0	176	—	—
沈殿槽	71	9	6	20	42	—	—
給水槽	16	0	0	0	16	< 1	< 1

表 6-5-2-1（２）　水質分析結果（10 月 30 日）

検体名	SS (mg/L)	BOD (mg/L)	ATU-BOD (mg/L)	溶解性BOD (mg/L)	COD (mg/L)	溶解性COD (mg/L)	TOC (mg/L)	溶解性TOC (mg/L)	Cl (mg/L)	色度 (度)
男子　第一曝気槽	440	197	139	4	362	199	1,580	177	1,830	395
沈殿槽	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
給水槽	2	< 3	< 3	< 3	57	49	46	12	1,300	19
女子　第一曝気槽	770	308	159	< 3	431	80	384	64	1,390	180
沈殿槽	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
給水槽	0	< 3	< 3	< 3	5	7	21	18	603	2

検体名	T-N (mg/L)	Kje-N (mg/L)	NH4-N (mg/L)	NO2-N (mg/L)	NO3-N (mg/L)	大腸菌 (MPN/100mL)	大腸菌群 (MPN/100mL)
男子　第一曝気槽	503	179	177	13	311	—	—
沈殿槽	—	—	—	—	—	—	—
給水槽	313	81	65	0	232	6	36
女子　第一曝気槽	163	58	5	2	103	—	—
沈殿槽	—	—	—	—	—	—	—
給水槽	35	6	0	0	29	< 1	< 1

表 6-5-2-1（３）　水質分析結果（11 月 28 日）

検体名	SS (mg/L)	BOD (mg/L)	ATU-BOD (mg/L)	溶解性BOD (mg/L)	COD (mg/L)	溶解性COD (mg/L)	TOC (mg/L)	溶解性TOC (mg/L)	Cl (mg/L)	色度 (度)
男子　第一曝気槽	340	187	109	3	606	164	225	102	2,530	315
沈殿槽	103	25	8	< 3	159	122	97	88	2,300	289
給水槽	6	< 3	< 3	< 3	66	52	40	37	1,280	31
女子　第一曝気槽	263	113	37	< 3	159	48	121	33	1,590	64
沈殿槽	38	21	3	< 3	64	42	46	31	1,410	71
給水槽	3	< 3	< 3	< 3	12	6	6	5	423	1

検体名	T-N (mg/L)	Kje-N (mg/L)	NH4-N (mg/L)	NO2-N (mg/L)	NO3-N (mg/L)	大腸菌 (MPN/100mL)	大腸菌群 (MPN/100mL)
男子　第一曝気槽	700	257	193	8	435	—	—
沈殿槽	660	266	202	1	393	—	—
給水槽	339	118	92	0	221	16	> 2,420
女子　第一曝気槽	269	34	13	0	235	—	—
沈殿槽	196	3	0	0	193	—	—
給水槽	38	0	0	0	38	< 1	16

表 6-5-2-1（４）　水質分析結果（1 月 9 日）

検体名	SS (mg/L)	BOD (mg/L)	ATU-BOD (mg/L)	溶解性BOD (mg/L)	COD (mg/L)	溶解性COD (mg/L)	TOC (mg/L)	溶解性TOC (mg/L)	Cl (mg/L)	色度 (度)
男子　第一曝気槽	180	192	154	4	1,030	887	320	179	4,000	1,130
沈殿槽	28	26	6	< 3	140	133	87	87	3,420	297
給水槽	9	< 3	< 3	—	80	78	55	53	2,600	23
女子　第一曝気槽	430	94	46	< 3	150	39	103	24	2,210	32
沈殿槽	22	4	< 3	—	49	40	32	27	1,690	40
給水槽	5	< 3	—	—	—	—	14	13	1,640	2

検体名	T-N (mg/L)	Kje-N (mg/L)	NH4-N (mg/L)	NO2-N (mg/L)	NO3-N (mg/L)	大腸菌 (MPN/100mL)	大腸菌群 (MPN/100mL)
男子　第一曝気槽	1,180	619	465	494	67	—	—
沈殿槽	909	376	287	3	530	—	—
給水槽	662	310	237	0	352	< 1	13
女子　第一曝気槽	177	16	13	0	160	—	—
沈殿槽	234	7	5	0	227	—	—
給水槽	116	0	0	0	116	< 1	< 1

N.D.：COD <0.5mg/L；T-N,Kje-N,NH_4-N <1.5mg/L；NO_2-N <0.01mg/L；NO_3-N <0.6mg/L；T-P <0.025mg/L；

Cl^- <0.6mg/L

（１）固形物（SS）及び有機物（BOD、COD、TOC）

第一曝気槽槽内水、沈殿槽流出水、給水槽槽内水の SS、BOD、COD、TOC の変化を図 6-5-2-1～6-5-2-3 に示す。

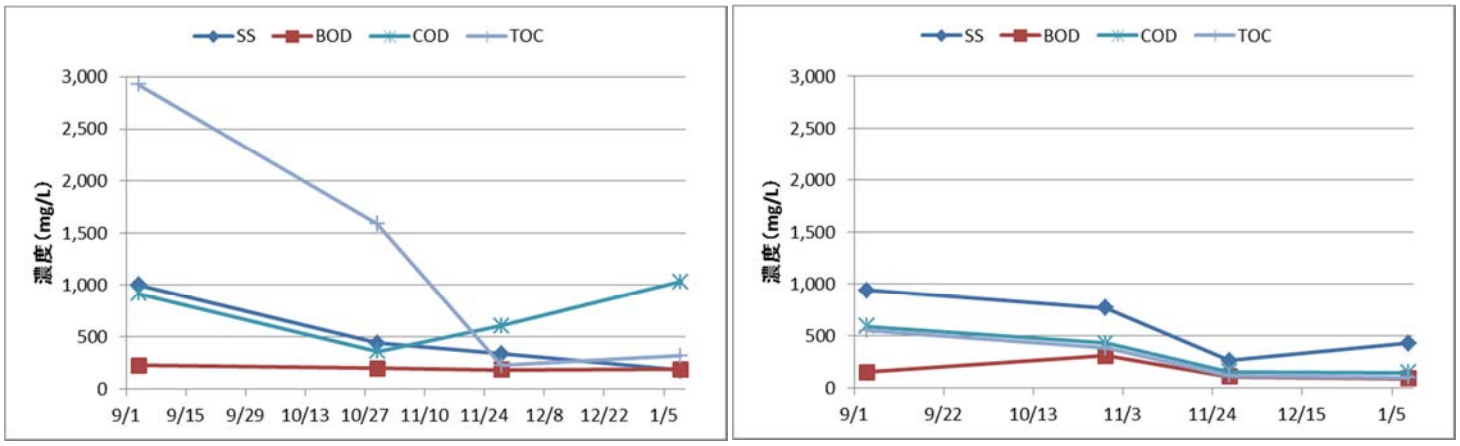


図 6-5-2-1　第一曝気槽槽内水の SS、BOD、COD、TOC の変化（左：男性用　右：女性用）

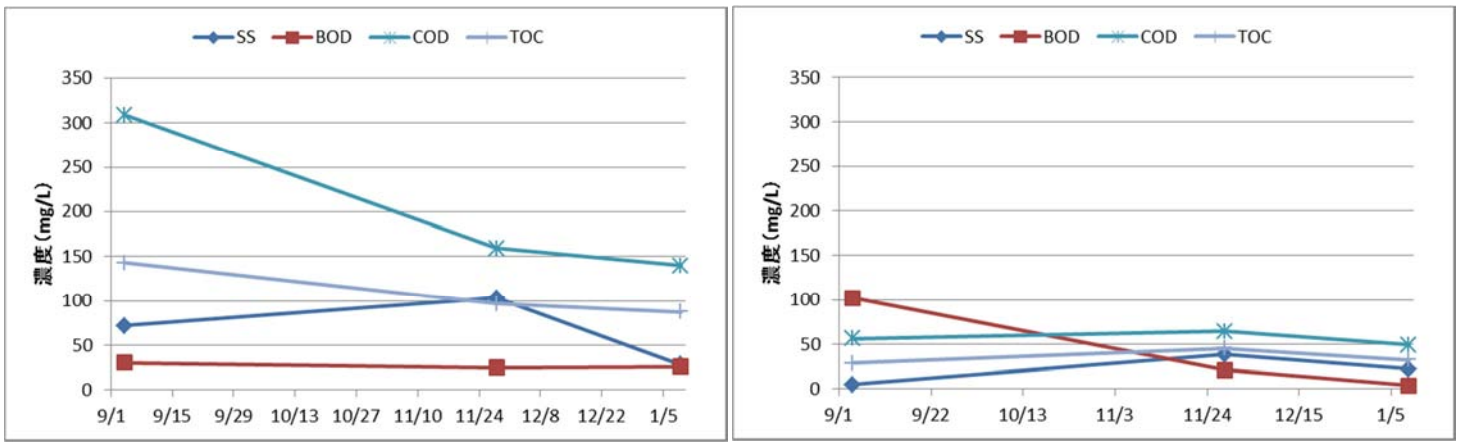


図 6-5-2-2　沈殿槽流出水の SS、BOD、COD、TOC の変化（左：男性用　右：女性用）

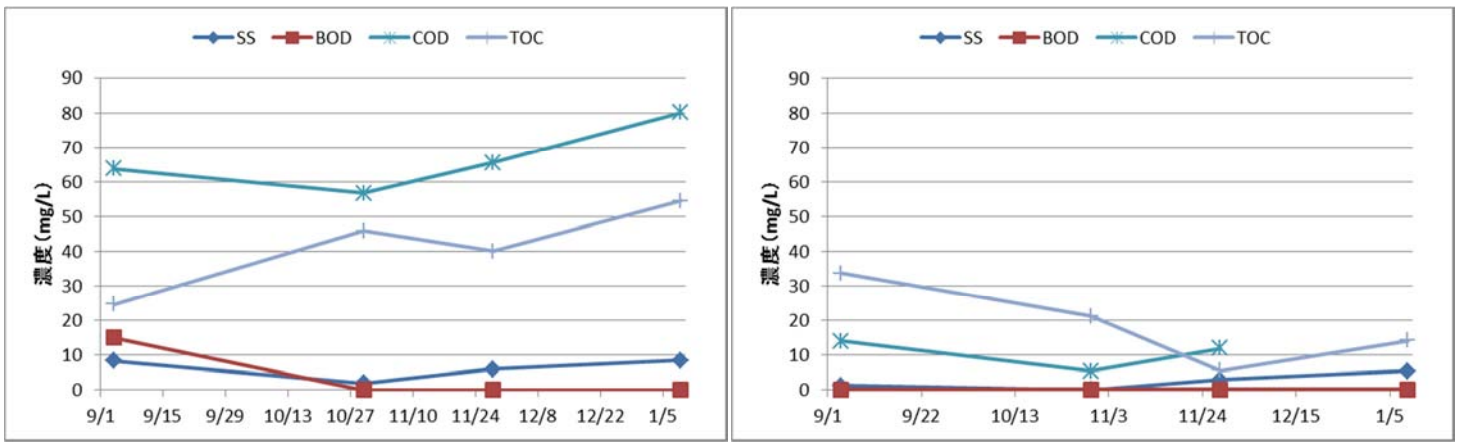


図 6-5-2-3　給水槽槽内水の SS、BOD、COD、TOC の変化（左：男性用　右：女性用）

SS 及び有機物成分は男性用、女性用ともに、処理過程において減少傾向を示した。これは、生物処理が十分進行しているためと考えられる。男性用と女性用では、男性用のほうが負荷が高いため、

SS 及び有機物濃度は高かった。

SS、BOD については、第一曝気槽、沈殿槽において男性用、女性用とも日数の経過に伴い、減少傾向が認められた。給水槽では日数の経過に伴い、SS の蓄積傾向が認められた。

男性用、女性用ともに BOD に比べて TOC が高い値であるのは、受入槽や第一曝気槽から第三曝気槽でトイレットペーパーが粉砕され繊維状になり、処理工程水及び循環水中に流出したためと考えられる。

（２）窒素

第一曝気槽槽内水、沈殿槽流出水、給水槽槽内水の有機性窒素及び無機性窒素（アンモニア性窒素、亜硝酸性窒素、硝酸性窒素）の変化を図 6-5-2-4～6-5-2-6 に示す。

男性用、女性用ともに、処理過程において、硝化脱窒反応の進行が認められ、全窒素は減少傾向を示した。また、日数の経過に伴い、全窒素は槽内に蓄積する傾向を示した。

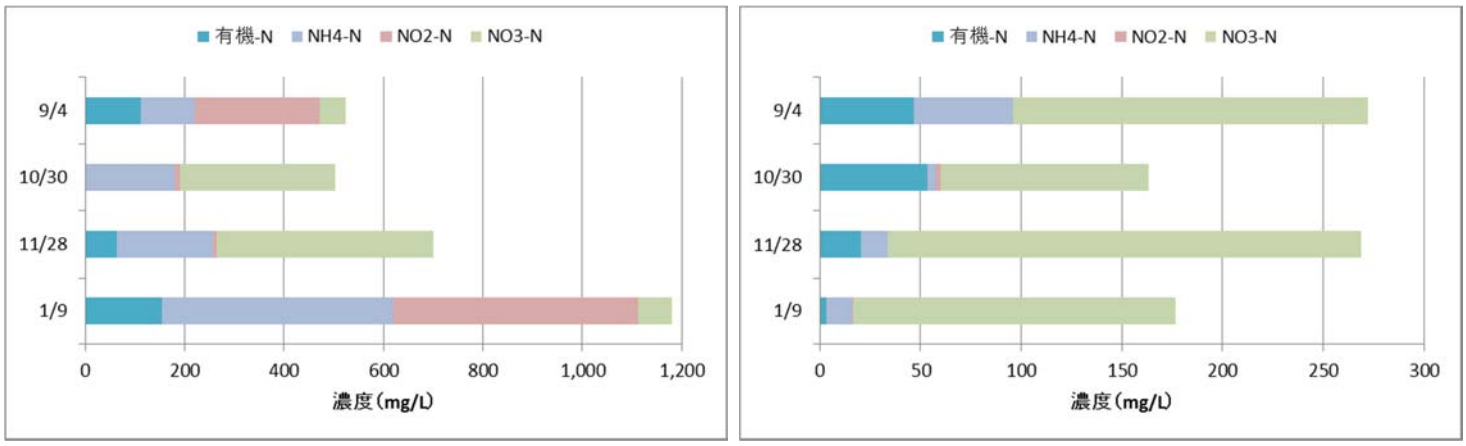


図 6-5-2-4　第一曝気槽槽内水の有機性窒素及び無機性窒素の変化（左：男性用　右：女性用）

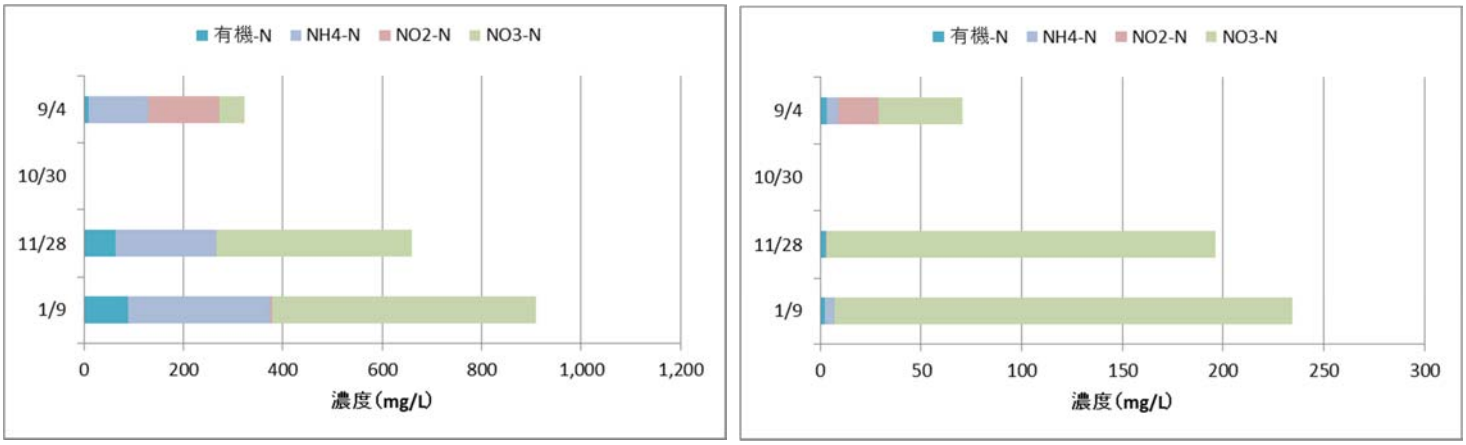


図 6-5-2-5　沈殿槽流出水の有機性窒素及び無機性窒素の変化（左：男性用　右：女性用）

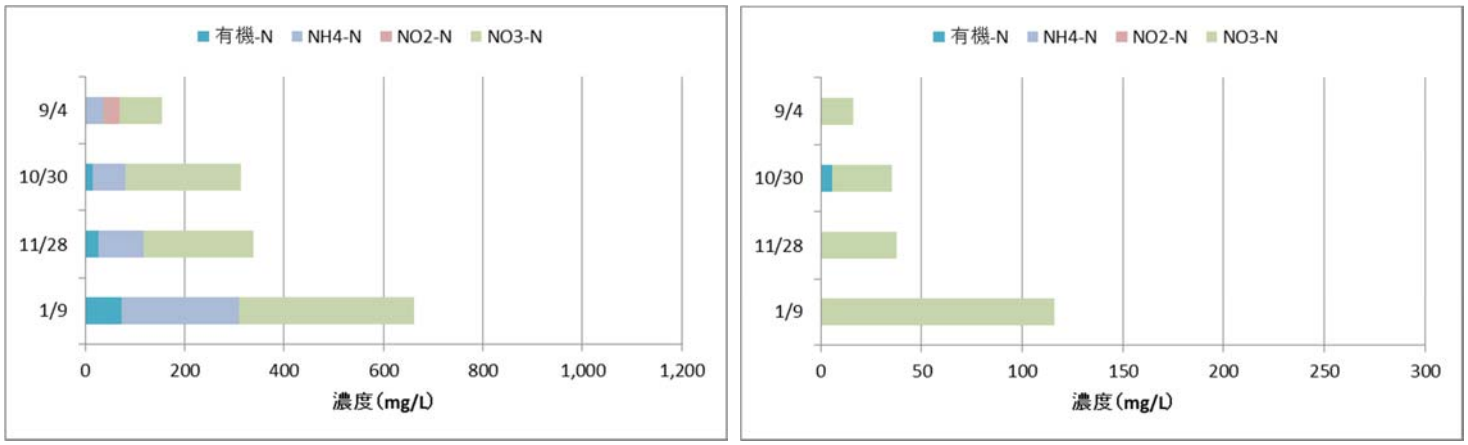


図 6-5-2-6　給水槽槽内水の有機性窒素及び無機性窒素の変化（左：男性用　右：女性用）

次に、　第一曝気槽槽内水、沈殿槽流出水、給水槽槽内水の有機性窒素及び無機性窒素（アンモニア性窒素、亜硝酸性窒素、硝酸性窒素）の割合の変化を図 6-5-2-7～6-5-2-9 に示す。

男性用、女性用ともに、無機性窒素の割合が高く、特に硝酸性窒素の割合が高く、硝化反応の進行が認められた。

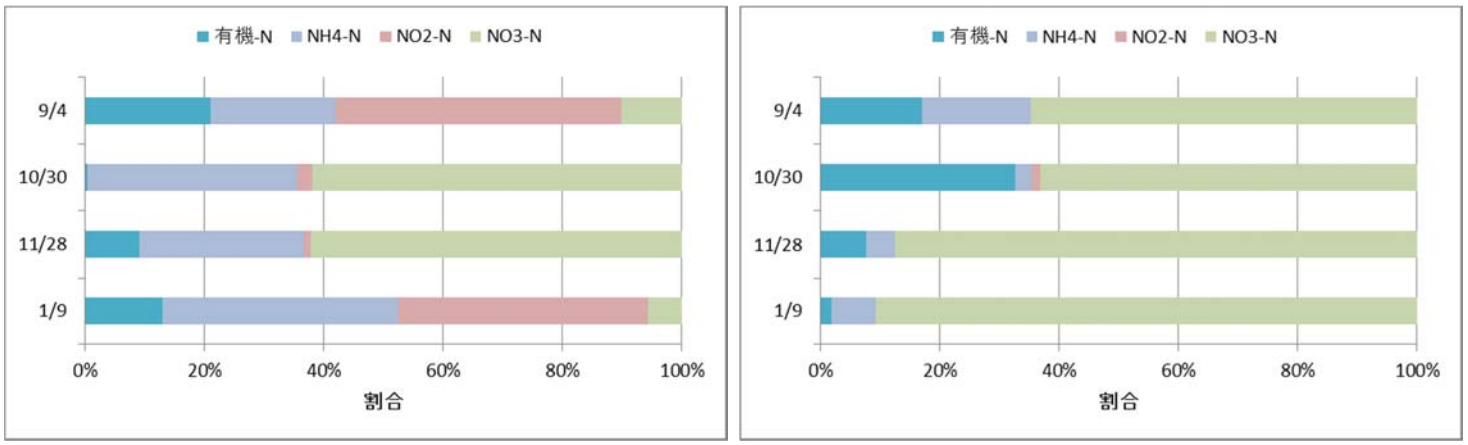


図 6-5-2-7　第一曝気槽槽内水の有機性窒素及び無機性窒素の割合の変化(左:男性用　右:女性用)

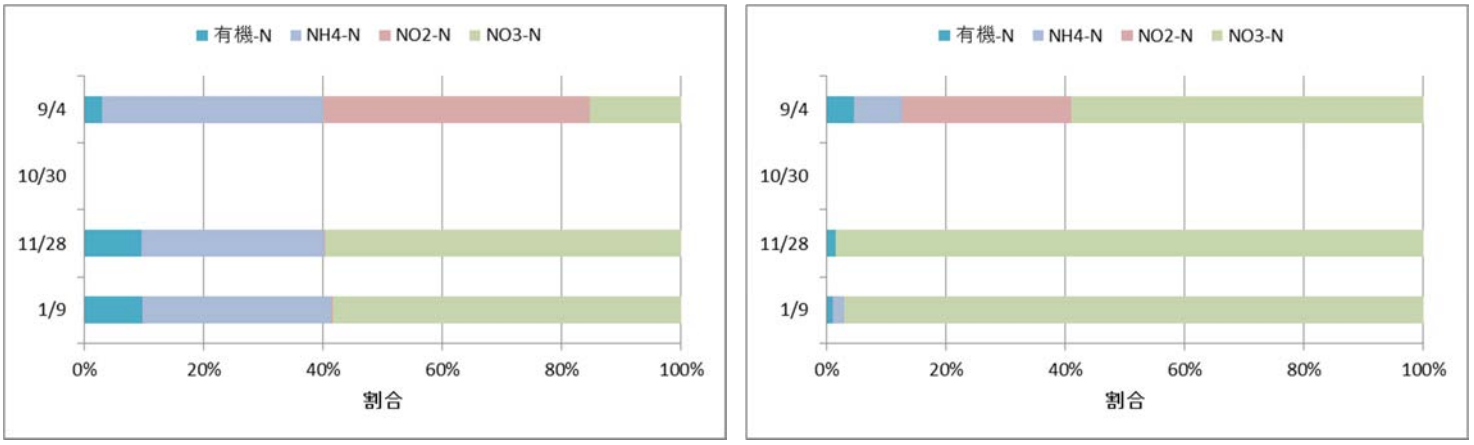


図 6-5-2-8　沈殿槽流出水の有機性窒素及び無機性窒素の割合の変化（左：男性用　右：女性用）

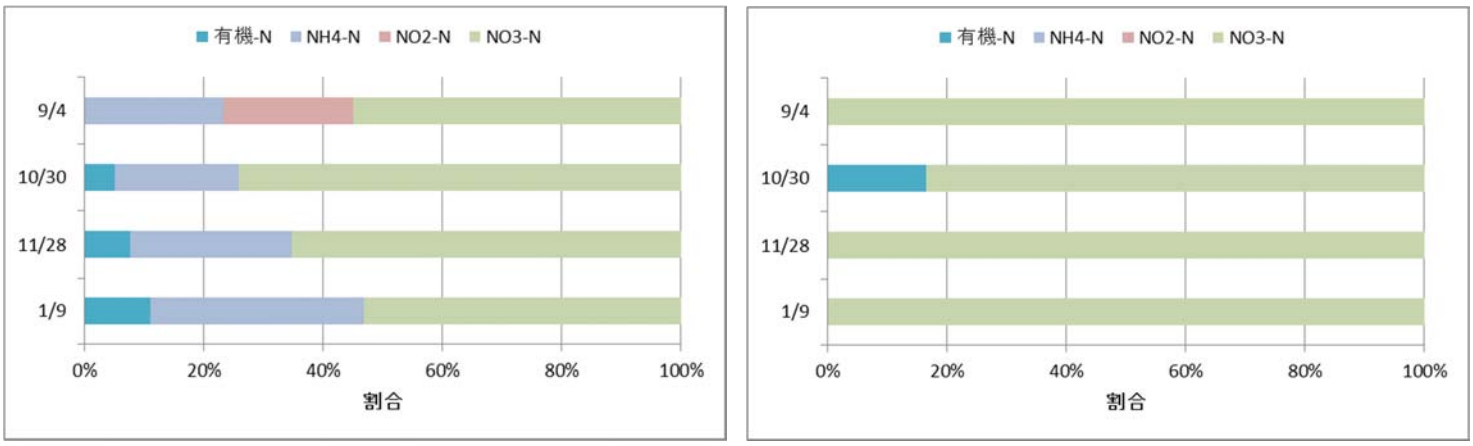


図 6-5-2-9　給水槽槽内水の有機性窒素及び無機性窒素の割合の変化（左：男性用　右：女性用）

（３）塩化物イオン、色度

第一曝気槽槽内水、沈殿槽流出水、給水槽槽内水の塩化物イオンの変化を図 6-5-2-10、色度の変化を図 6-5-2-11 に示す。

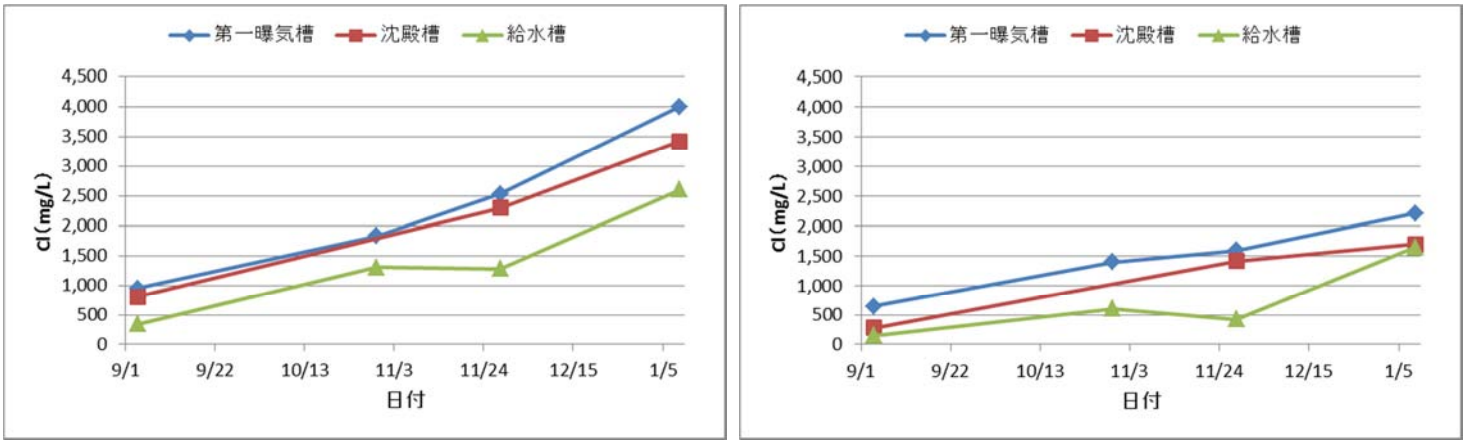


図 6-5-2-10　塩化物イオンの変化（左：男性用　右：女性用）

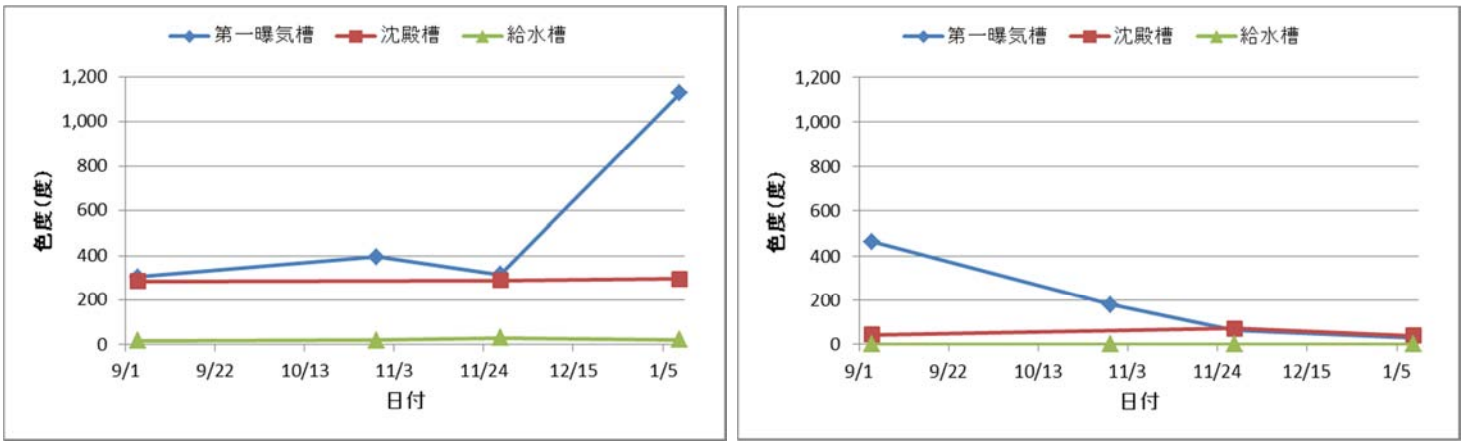


図 6-5-2-11　色度の変化（左：男性用　右：女性用）

塩化物イオンは、男性用、女性用ともに、日数の経過に伴い増加した。給水槽では、6-5-1 の（５）に示した水位低下による水道水補給の影響により、増加速度のばらつきがみられた。

色度は、処理過程により、減少傾向がみられた。特に、沈殿槽から給水槽における色度の低下は、濾過槽内の活性炭による脱色効果と考えられる。

（４）大腸菌、大腸菌群

給水槽槽内水の大腸菌、大腸菌群を表 6-5-2-2 に示した。なお、参考として、MPN 法の分析値をもとに給水槽槽内水 1mL 当たりに換算した大腸菌、大腸菌群も表 6-5-2-2 に示した。

MPN（Most Probable Number）は最確数ともいわれ、最確数法（MPN 法）は、液体培地に接種、培養して陽性となった液体培地の出現率から検体中の菌数を確率論的に推計する方法で、100mL 中の菌数を示している。したがって、1mL 当たりに換算するには MPN 法の分析値の 1/100 であるが、菌体の個数であるため、小数点以下は四捨五入して整数とし、1 に満たない数値は 1 以下（＜1）と表現した。

表 6-5-2-2　給水槽槽内水の大腸菌、大腸菌群

検体名		MPN法		（参考） 槽内水1mL当たりの個数	
		大腸菌 （MPN/100mL）	大腸菌群 （MPN/100mL）	大腸菌 （個/mL）	大腸菌群 （個/mL）
男性用	9/4	＜1	276	＜1	3
	10/30	6	36	＜1	＜1
	11/28	16	＞2,420(＜24,200)*	＜1	＞24(＜242)
	1/9	＜1	13	＜1	＜1
女性用	9/4	＜1	＜1	＜1	＜1
	10/30	＜1	＜1	＜1	＜1
	11/28	＜1	16	＜1	＜1
	1/9	＜1	＜1	＜1	＜1

給水槽槽内水の大腸菌群は、男性用が 11 月 28 日を除き、13～276 MPN/100mL、女性用は 1 MPN/100mL 以下～16 MPN/100mL であり、大腸菌は、男性用が 1 MPN/100mL 以下～16 MPN/100mL、女性用が全て 1 MPN/100mL 以下であり、大腸菌群、大腸菌ともに 300 MPN/100mL を下回っていた。

*11 月 28 日の男性用の大腸菌群について

11 月 28 日の男性用の大腸菌群は、2,420 MPN/100mL 以上であり、本分析方法の定量範囲を超えていた。この検体は 10 倍希釈で測定すれば、定量範囲内であったと推測され、大腸菌群数は 2,420～24,200 MPN/100mL と考えられた。

浄化槽では、建築基準法施行令第 32 条に放流水 1cm^3（1mL）当たり大腸菌群数 3,000 個以下が浄化槽の性能として示されている。実証試験結果である MPN 法の大腸菌群数を 1mL 当たりに換算すると、男性用が最大で 242 個以下、女性用はすべて 1 個以下であり、本実証試験では循環水は男性用、女性用ともに浄化槽の放流水の性能である大腸菌群数 3,000 個/mL を十分に下回っていると

考えられる。

参考　建築基準法施行令第 32 条第 1 項第二号　放流水に含まれる大腸菌群数が、1cm³ につき 3,000 個以下とする性能を有するものであること。

（５）使用人数と水質との関係

①使用人数と固形物

累積使用人数と固形物の関係を図 6-5-2-12 に示す。

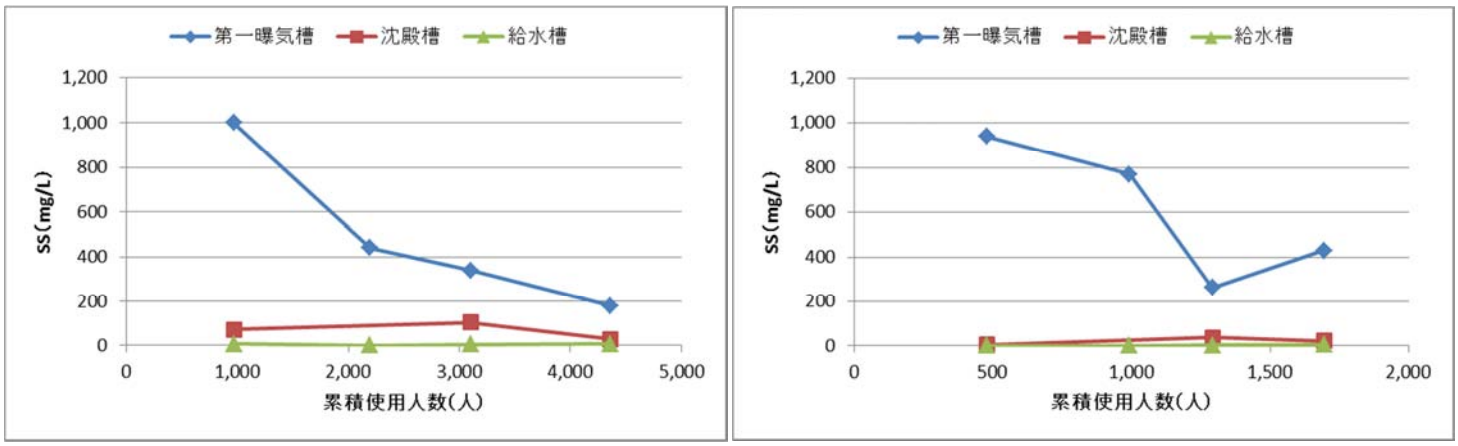


図 6-5-2-12　累積使用人数と固形物の関係（左：男性用　右：女性用）

第一曝気槽では男性用、女性用ともに、使用人数の増加に伴い、SS の減少傾向がみられ、給水槽では増加傾向が認められた。

これは、本装置は、男性用では受入槽から第三曝気槽まで、女性用では受入槽から第二曝気槽まで、沈殿槽の前まではばっ気撹拌を行っているため、SS が受入槽から第三曝気槽ではあまり蓄積しなかったと考えられる。沈殿槽、濾過槽では捕捉された SS は 1 日 2 回、ポンプにより受入槽に移送されるが、給水槽は循環水を貯留するため、徐々に SS が蓄積したと考えられる。

②使用人数と BOD

累積使用人数と BOD の関係を図 6-5-2-13 に示す。

男性用、女性用ともに、実証試験期間の使用人数では、循環水の性能提示値である BOD20mg/L を超えることはなかった。

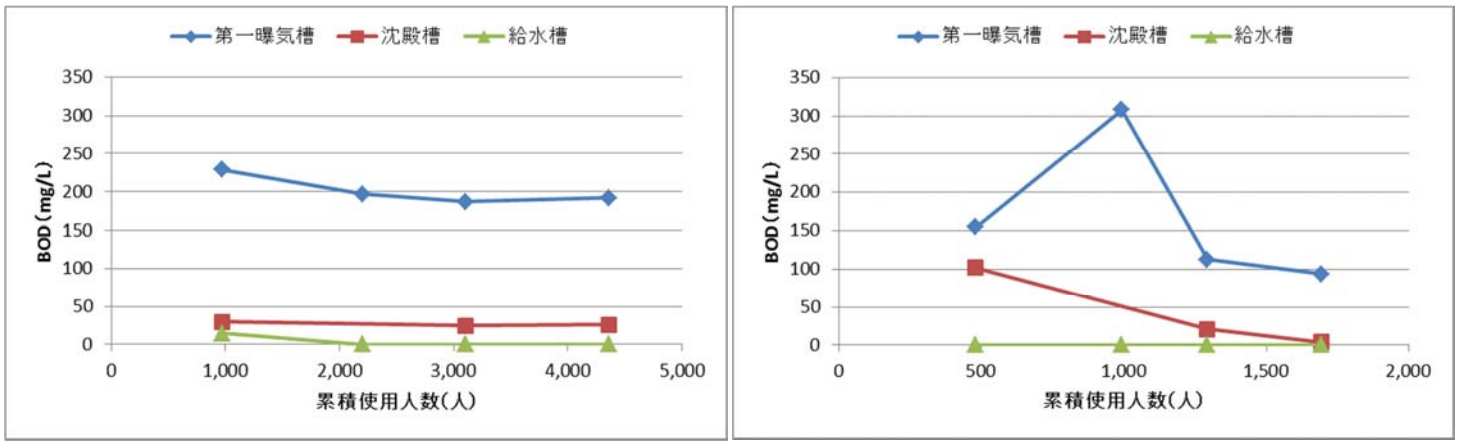


図 6-5-2-13　累積使用人数と BOD の関係（左：男性用　右：女性用）

③使用人数と全窒素

累積使用人数と全窒素の関係を図 6-5-2-14 に示す。

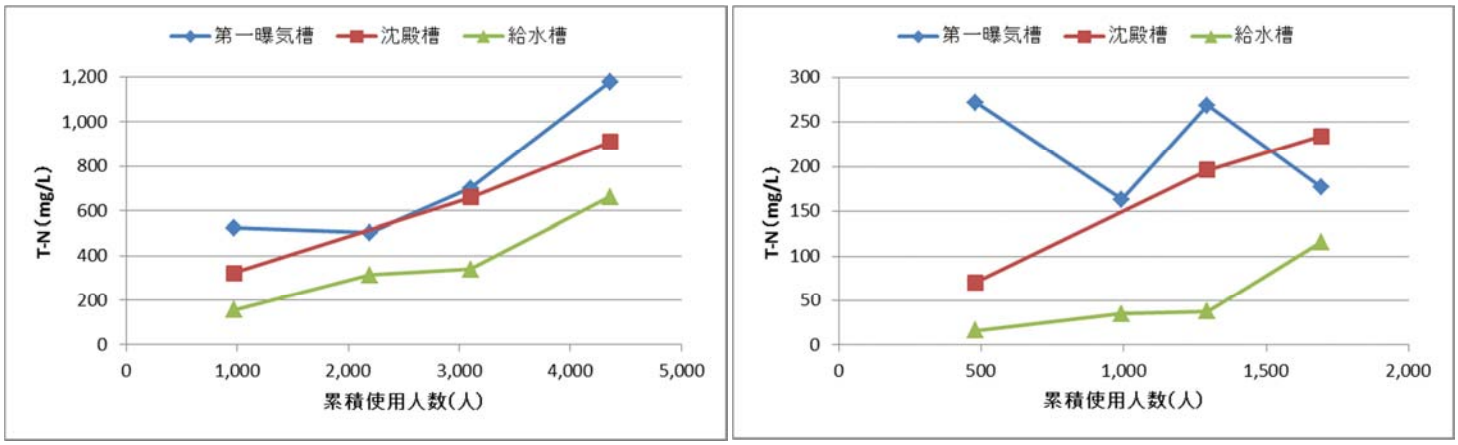


図 6-5-2-14　累積使用人数と全窒素の関係（左：男性用　右：女性用）

男性用、女性用ともに、使用人数の増加に伴い全窒素は蓄積する傾向を示した。

④使用人数と塩化物イオン

累積使用人数と塩化物イオンの関係を図 6-5-2-15 に示す。なお、図中には、水道水補給の影響がないと考えられる第一曝気槽について、回帰直線、回帰式、及び R^2 を示した。

男性用、女性用ともに、使用人数の増加に伴い塩化物イオンは蓄積する傾向を示した。給水槽では、6-5-1 の（5）に示した水位低下による水道水補給の影響により、増加速度のばらつきがみられた。

回帰式より、使用人数 1 人当たりの塩化物イオンは男性用 0.879mg/L、女性用 1.30mg/L であり、処理装置内が全て均一濃度と仮定するとそれぞれの初期水量 1,360L 及び 860L から、使用人数 1 人当たりの塩化物イオン量は 1.20g 及び 1.12g と算出される。これは、浄化槽で用いられるし尿量 1 人 1 日当たり 1L 及びし尿の塩化物イオン 5,500mg/L から得られる塩化物イオン量 1 人 1 日当たり 5.5g の約 1/5 であった。1 人 1 日当たりのトイレの回数は一般的には 7 回程度と言われており、実証試験で得られた塩化物イオン量は、ほぼトイレ 1 回分に相当した。

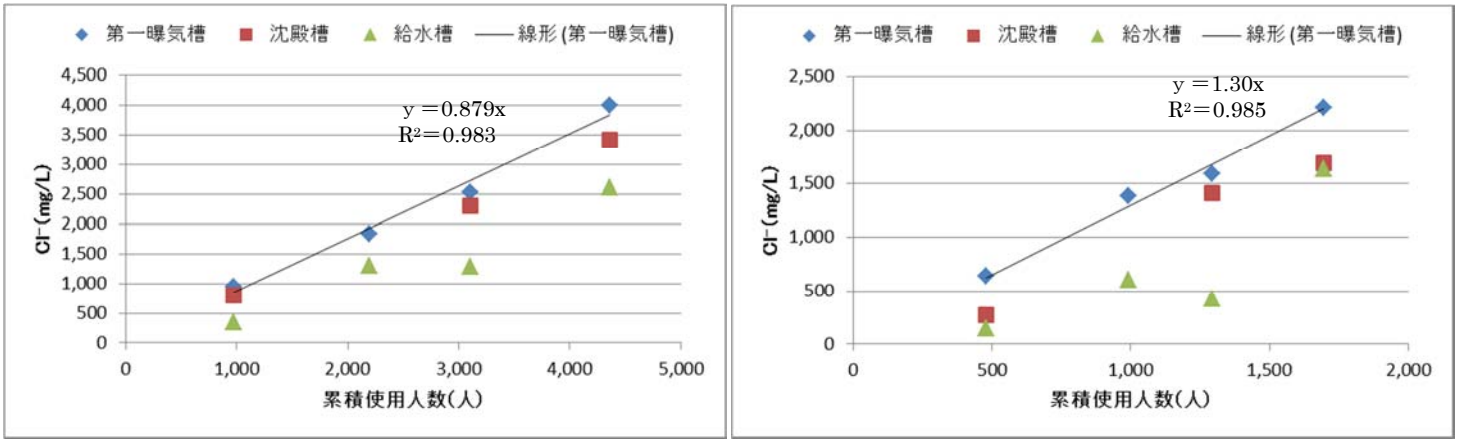


図 6-5-2-15　累積使用人数と塩化物イオンの関係

（左：男性用　右：女性用）

6-5-3　追加試験　―　建設現場に設置された AQL-YS-150Ⅲの稼動状況結果　―

気仙沼における実証試験では、1 日当たりの使用人数が平常時の設計処理能力の 1/4～1/5 の負荷状況であり実負荷が小さかったことを補完するため、使用人数の多い札幌市の建設現場に設置してある気仙沼の男性用トイレと同じ型式の AQL-YS-150Ⅲの稼動状況等の調査を行った。設置場所、設置日等を以下に示す。また、試料採取のスケジュールを表 6-5-3-1 に示した。なお、実証試験装置である気仙沼の男性用トイレと比較すると、オゾン装置がなく、菌活性液を使用していないため、参考データとして示した。

装置名称：水循環式バイオ水洗トイレ「アクアレット」AQL-YS-150Ⅲ
（ただし、オゾン装置、菌活性液の使用はない）
設置場所：札幌市北区百合が原
介護老人福祉施設　ラ・セレナ新築工事現場（工期 2012 年 8 月～2013 年 7 月）
設置日　：2012 年 10 月 1 日

表 6-5-3-1　試料採取スケジュール（札幌）

時期	試料採取
第 1 回	2012 年　11 月　27 日　（火）　実証開始から 118 日目
第 2 回	2013 年　1 月　8 日　（火）　実証開始から 160 日目

（1）使用人数

10 月 6 日～1 月 7 日における 1 日当たりの使用人数及び累積使用人数を図 6-5-3-1、表 6-5-3-2 に示す。

10 月 6 日～1 月 7 日における累積使用人数は 5,785 人、1 日当たりの使用人数は 62 人/日であり、平常時の処理能力の 62%の負荷であった。

12 月 18 日～12 月 20 日は、1 日当たりの使用人数が 144 人/日と利用集中時の処理能力 150 人/日とほぼ同様な負荷であった。

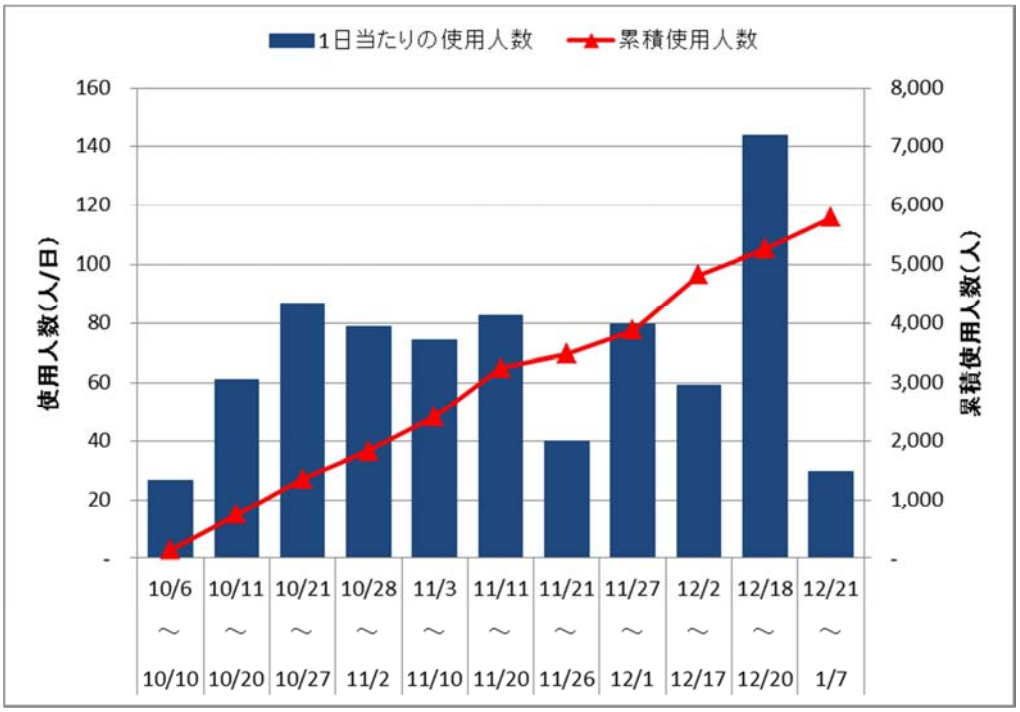


図 6-5-3-1　1 日当たりの使用人数及び累積使用人数

表 6-5-3-2　1 日当たりの使用人数及び累積使用人数

期間			日数（日）	累積人数（人）	人数（人）	1 日当たりの人数（人/日）	人数（人）	期間（日）	1 日当たりの人数（人/日）
10/6	～	10/10	5	133	133	27			
10/11	～	10/20	10	744	611	61			
10/21	～	10/27	7	1,350	606	87			
10/28	～	11/2	6	1,823	473	79			
11/3	～	11/10	8	2,416	593	74			
11/11	～	11/20	10	3,241	825	83			
11/21	～	11/26	6	3,480	239	40	3,480	52	67
11/27	～	12/1	5	3,878	398	80			
12/2	～	12/17	16	4,823	945	59			
12/18	～	12/20	3	5,254	431	144			
12/21	～	1/7	18	5,785	531	30	2,305	42	55
全期間 10/6～1/7			94	5,785	5,785	62	5,785	94	62

（２）外気温、湿度、降水量

10 月 6 日～1 月 7 日における札幌管区気象台（北緯 43 度 3.6 分、東経 141 度 19.7 分、標高 17m）

の月ごとの降水量、気温、湿度を表 6-5-3-3、気温、降水量の変化を図 6-5-3-2 に示す。なお、データは気象庁ホームページ気象統計情報（http://www.jma.go.jp/jma/menu/report.html）から引用した。

気温は、－13.5～23.0℃で推移した。湿度は平均 67～73%、最小 30～37%で推移した。

10 月においても平均気温は 10℃を下回る時があり、11 月に入ると最高気温もほぼ 10℃を下回っており、処理槽内の水温低下による生物処理機能の低下が懸念された。

表 6-5-3-3　札幌における月ごとの降水量、気温、湿度

年月	降水量(mm)		気温(℃)					湿度(%)	
	合計	日最大	平均			最高	最低	平均	最小
			日平均	日最高	日最低				
2012/10	115	19	13.0	17.0	9.0	23.0	3.9	69	30
2012/11	219	45	5.5	8.2	3.0	14.2	−3.5	73	37
2012/12	209	29	−2.3	0.4	−5.4	7.1	−13.5	69	31
2013/1	102	18	−4.7	−2.0	−8.0	2.7	−12.2	67	30

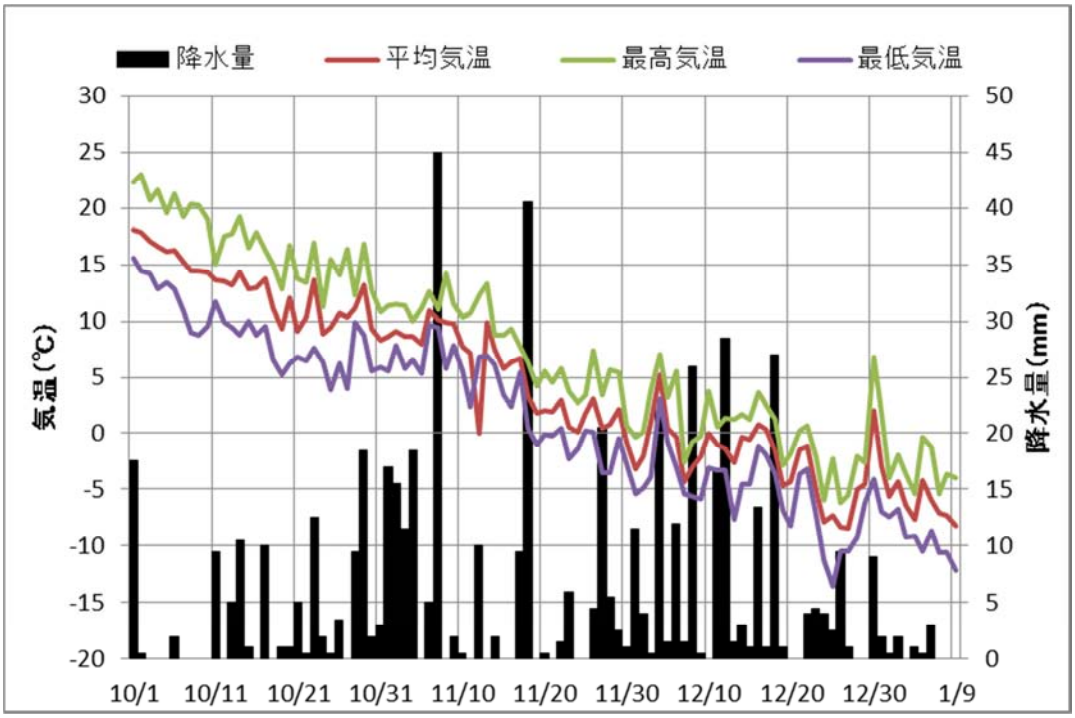


図 6-5-3-2　札幌における気温、湿度の変化

（３）分析結果

11 月 27 日及び 1 月 8 日に採取した試料の水質分析結果を表 6-5-3-4 に示す。

表 6-5-3-4（１）　水質分析結果（札幌 11 月 27 日）

検体名	pH (—)	SS (mg/L)	BOD (mg/L)	ATU-BOD (mg/L)	溶解性BOD (mg/L)	COD (mg/L)	溶解性COD (mg/L)	TOC (mg/L)	溶解性TOC (mg/L)
第一曝気槽	9.2	810	127	114	26	606	298	498	246
沈殿槽	9.2	280	42	39	14	380	298	302	253
給水槽	9.2	124	20	19	15	191	132	132	71

検体名	T-N (mg/L)	Kje-N (mg/L)	NH4-N (mg/L)	NO2-N (mg/L)	NO3-N (mg/L)	Cl (mg/L)	色度 (度)	大腸菌 (MPN/100mL)	大腸菌群 (MPN/100mL)
第一曝気槽	1,156	1,131	996	0	25	2,810	1,273	—	—
沈殿槽	938	917	831	0	21	2,900	1,023	—	—
給水槽	714	689	607	0	25	2,460	336	257	> 2,420

表 6-5-3-4（２）　水質分析結果（札幌 1 月 8 日）

検体名	pH (—)	SS (mg/L)	BOD (mg/L)	ATU-BOD (mg/L)	溶解性BOD (mg/L)	COD (mg/L)	溶解性COD (mg/L)	TOC (mg/L)	溶解性TOC (mg/L)
第一曝気槽	9.3	790	103	100	49	1,000	606	896	444
沈殿槽	9.3	320	84	80	47	829	636	709	390
給水槽	9.3	190	66	64	32	467	390	459	321

検体名	T-N (mg/L)	Kje-N (mg/L)	NH4-N (mg/L)	NO2-N (mg/L)	NO3-N (mg/L)	Cl (mg/L)	色度 (度)	大腸菌 (MPN/100mL)	大腸菌群 (MPN/100mL)
第一曝気槽	1,758	1,755	1,521	0	3	4,610	2,740	—	—
沈殿槽	1,710	1,707	1,488	0	3	4,800	2,800	—	—
給水槽	1,292	1,289	1,114	1	2	4,410	1,460	> 2,420	> 2,420

N.D.：COD <0.5mg/L；T-N,Kje-N,NH_4-N <1.5mg/L；NO_2-N <0.01mg/L；NO_3-N <0.6mg/L；T-P <0.025mg/L；
Cl^- <0.6mg/L

①固形物（SS）及び有機物（BOD、COD、TOC）

第一曝気槽槽内水、沈殿槽流出水、給水槽槽内水の SS、BOD、COD、TOC の変化を図 6-5-3-3 に示す。

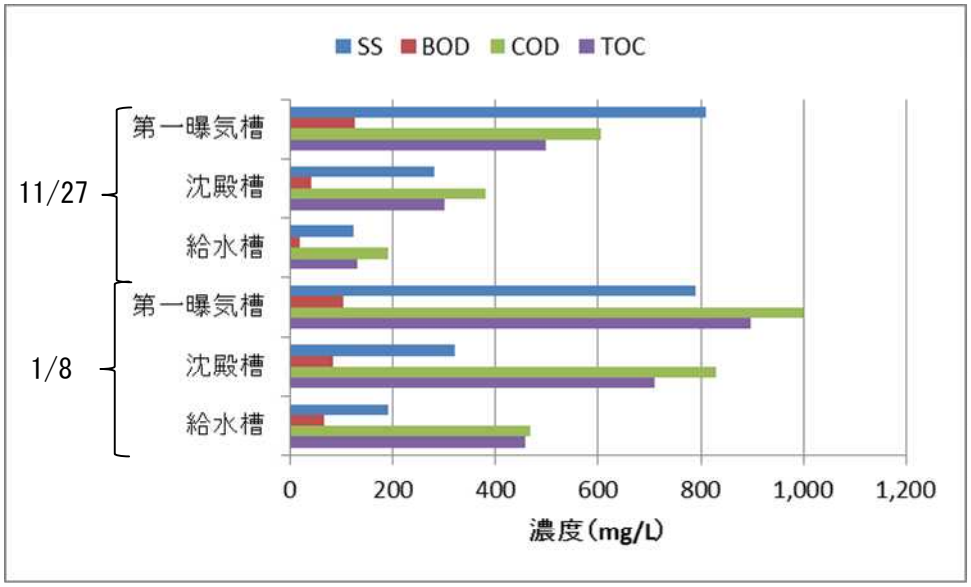


図 6-5-3-3　SS、BOD、COD、TOC の変化

SS については、気仙沼と同様、第一曝気槽では減少傾向を示し、沈殿槽、給水槽では増加傾向を

示した。

給水槽の BOD は、1 月 8 日が 66mg/L であった。これは、使用人数が多く、負荷が高かったことと水温が低下し生物処理機能が低下したためと考えられる。

②窒素

第一曝気槽槽内水、沈殿槽流出水、給水槽槽内水の有機性窒素及び無機性窒素（アンモニア性窒素、亜硝酸性窒素、硝酸性窒素）の変化を図 6-5-3-4、有機性窒素及び無機性窒素の割合を図 6-5-3-5 に示す。

各槽ともアンモニア性窒素濃度及び割合が高く、硝化反応が進行していないことが示された。また、日数の経過に伴い全窒素の蓄積傾向が認められた。

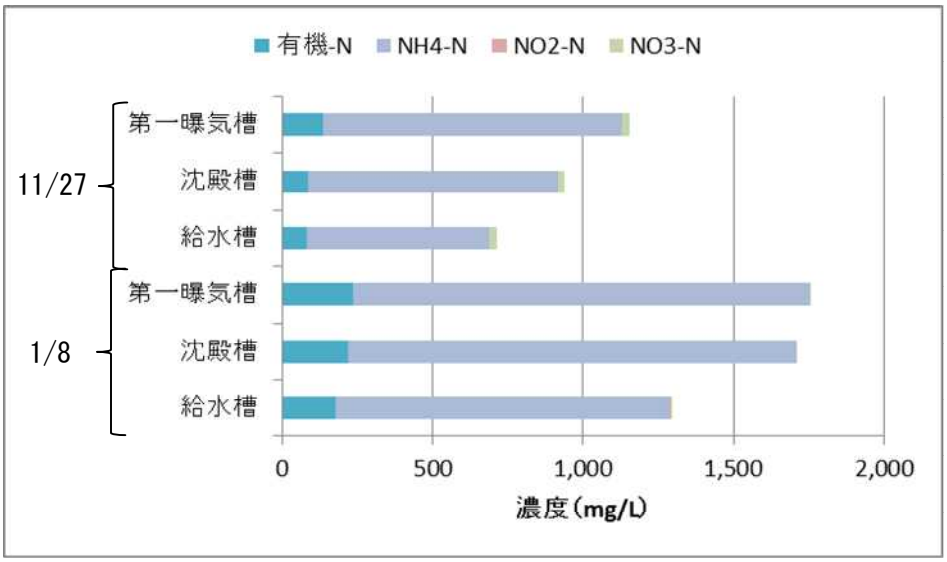


図 6-5-3-4　有機性窒素及び無機性窒素の変化

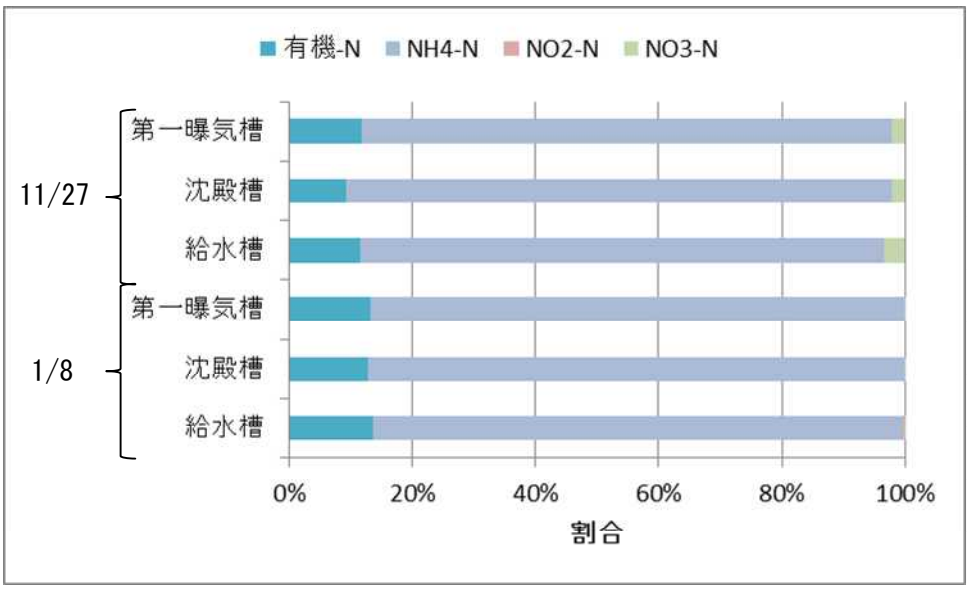


図 6-5-3-5　有機性窒素及び無機性窒素の割合の変化

③塩化物イオン及び色度

第一曝気槽槽内水、沈殿槽流出水、給水槽槽内水の塩化物イオン及び色度の変化を図 6-5-3-6 に示す。

塩化物イオンは、日数の経過に伴い各槽で蓄積傾向を示し、1 月 8 日ではほぼ汲み取りし尿に近い濃度となった。また、色度も、各槽で増加傾向を示した。

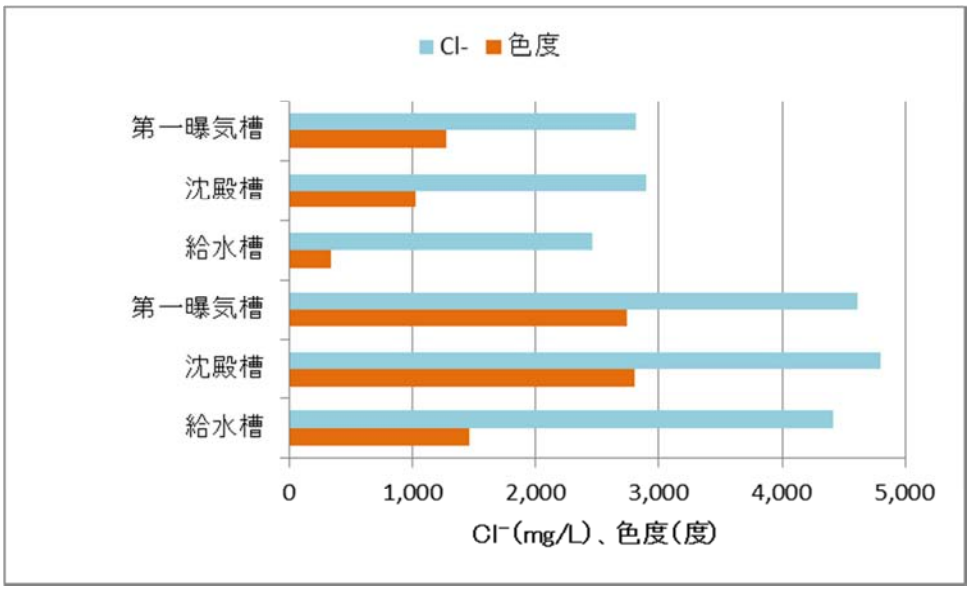


図 6-5-3-6　塩化物イオン及び色度の変化

④大腸菌、大腸菌群

給水槽の大腸菌、大腸菌群について、表 6-5-3-5 に示した。

表 6-5-3-5　給水槽の大腸菌、大腸菌群

調査日	大腸菌 (MPN/100mL)	大腸菌群 (MPN/100mL)
2012/11/27	257	> 2,420
2013/1/8	> 2,420	> 2,420

大腸菌については、100mL 当たり 257MPN から 2,420MPN 以上、大腸菌群はいずれの調査日も 2,420MPN 以上であった。

6-5-4　実証試験結果と追加試験結果について

気仙沼での実証試験結果及び札幌での追加試験結果から、AQL-YS-150Ⅲ（気仙沼では男性用として使用）について、以下の解析を行った。

①累積使用人数と塩化物イオンについて

実証試験結果及び追加試験結果における累積使用人数と塩化物イオンの関係を図 6-5-4-1 に示す。なお、図中には第一曝気槽について、回帰直線及びその回帰式、R^2 を示した。

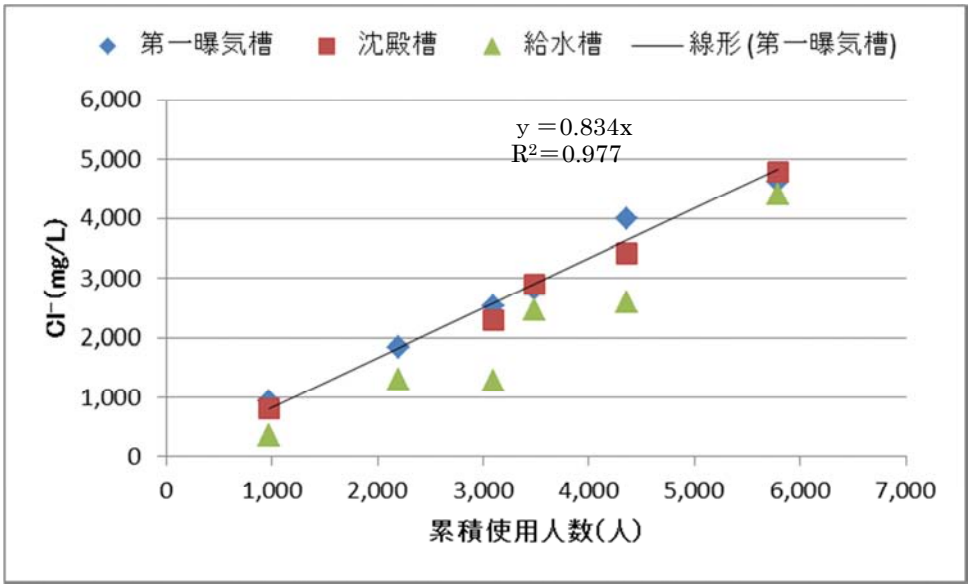


図 6-5-4-1　累積使用人数と塩化物イオンの関係

第一曝気槽及び沈殿槽において、累積使用人数と塩化物イオンには高い相関関係が認められた。給水槽では、第一曝気槽、沈殿槽ほどの高い相関関係ではなかったが、これは、実証試験の給水槽の水位低下に伴い水道水を補給した影響と考えられる。

第一曝気槽は水道水補給の影響がないと仮定すると、回帰式から、使用人数 1 人当たり 0.834mg/L の塩化物イオンとなる。槽内が全て均一であると仮定すると、AQL-YS-150Ⅲの初期水量 1,360L から使用人数 1 人当たりの塩化物イオン量は 1.13g となり、前述した気仙沼での実証試験の女性用の結果とほぼ一致した。

②使用人数と全窒素の関係

実証試験結果及び追加試験結果における累積使用人数と全窒素の関係を図 6-5-4-2 に示す。図中には回帰直線及びその回帰式、R^2 を示した。

各槽において、前述した塩化物イオンほどではないが、累積使用人数と全窒素に相関関係が認められた。塩化物イオンと同様の高い相関関係ではなかったのは、硝化脱窒反応により窒素がある程度除去されたためと考えられる。

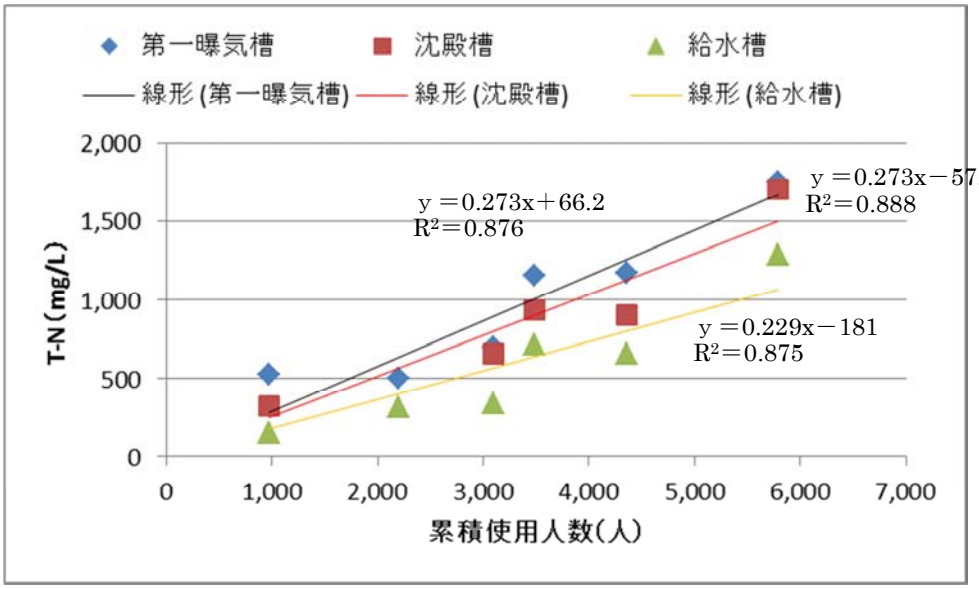


図 6-5-4-2　累積使用人数と全窒素の関係

③1 日当たりの使用人数と給水槽の BOD の関係

試料採取日の前日までの使用人数から求めた 1 日当たりの使用人数（累積使用人数/日数）と給水槽の BOD の関係を、図 6-5-4-3 に示す。なお、札幌 1 月 8 日の BOD66mg/L は、水温の低下が処理機能に影響を与えたと考えられたため削除した。また、BOD3mg/L 以下は 3mg/L としてグラフに示し、回帰曲線（指数曲線）及びその回帰式、R^2 を示した。

データ数が少なく、ばらつきが大きいこと、また札幌に設置してある装置では、菌活性液の投入やオゾン処理を行っていないという違いはあるものの、AQL-YS-150Ⅲでは、1 日当たりの使用人数が 66 人/日を超えた時点で、給水槽の BOD が実証試験装置（気仙沼）の性能提示値の 20mg/L を超えると推察される。

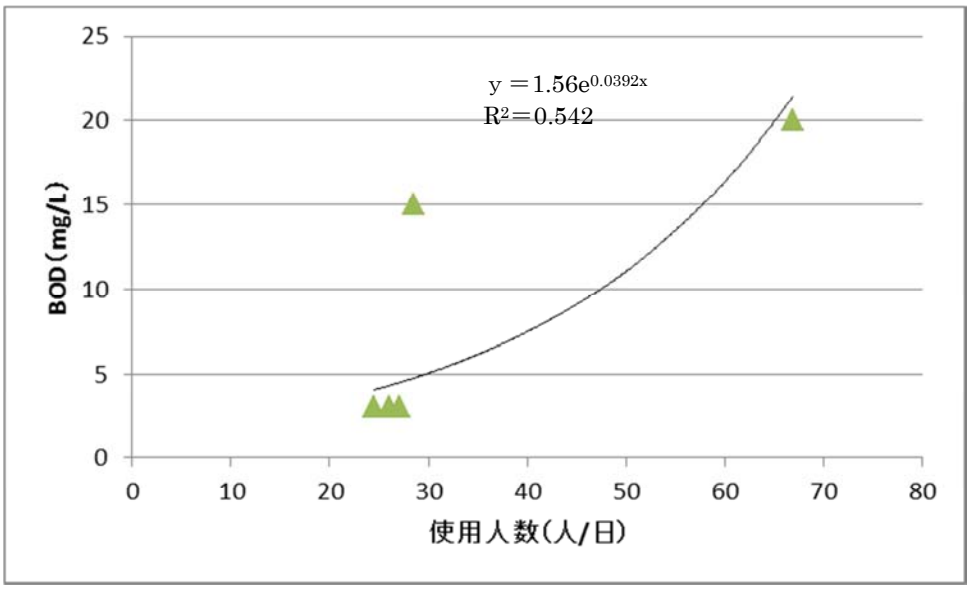


図 6-5-4-3　1 日当たりの使用人数（累積使用人数/日数）と給水槽の BOD の関係

6-5-5 処理性能のまとめ

実証試験の結果、本処理方式における処理性能に関して得られた知見を以下に示す。

＜現場測定結果＞

処理装置内の温度は男性用 2.3～50.3℃（平均 23.7℃）、女性用－0.7～40.2（平均 18.0）で男性用が高く、湿度は男性用 9～65%（平均 38%）、女性用 23～81（平均 59%）で女性用が高かった。

処理槽内の水温は、男性用給水槽では、9.7～29.7℃（平均 20.0℃）、第二曝気槽で 13.6～30.6℃（平均 22.1℃）と第二曝気槽の方が高く、女性用給水槽では 2.6～27.7℃（平均 16.7℃）、第二曝気槽で 8.7～28.8℃（平均 19.6℃）と第二曝気槽の方が高かった。これは、受入槽にヒーターが設置され、暖められた受入槽内水が第 1 曝気槽を経て、第二曝気槽へ流入した影響と考えられる。

各槽の pH は、男性用で 5.7～8.3、女性用で 4.5～8.5 で推移し、単位装置及び日程によって硝化反応の進行による pH の低下が認められた。

各槽の電気伝導率は、経日的に増加傾向を示したが、給水槽は水位低下による水道水補給の影響により、増加速度のばらつきがみられた。

＜処理工程水、循環水の水質分析結果＞

SS 及び有機物成分は男性用、女性用ともに、処理過程において減少傾向を示した。これは、生物処理が十分進行しているためと考えられる。男性用と女性用では、男性用のほうが負荷が高いため、SS 及び有機物濃度は高かった。

SS、BOD については、第一曝気槽、沈殿槽において男性用、女性用とも日数の経過に伴い、減少傾向が認められた。給水槽では日数の経過に伴い、SS の蓄積傾向が認められた。

男性用、女性用ともに BOD に比べて TOC が高い値であるのは、受入槽や第一曝気槽から第三曝気槽でトイレットペーパーが粉砕され繊維状になり、処理工程水及び循環水中に流出したためと考えられる。

全窒素については、男性用、女性用ともに、日数の経過に伴い蓄積する傾向が認められた。また、無機性窒素の割合が高く、特に硝酸性窒素の割合が高く、硝化反応の進行が認められた。

塩化物イオンは、男性用、女性用ともに、日数の経過に伴い増加した。給水槽では、水位低下による水道水補給の影響により、増加速度のばらつきがみられた。色度は、処理過程により、減少傾向がみられた。特に、沈殿槽から給水槽における色度の低下は、濾過槽内の活性炭による脱色効果と考えられる。

＜大腸菌及び大腸菌群＞

給水槽槽内水の大腸菌群は、男性用が 11 月 28 日を除き、13～276 MPN/100mL、女性用は 1 MPN/100mL 以下～16 MPN/100mL であり、大腸菌は、男性用が 1 MPN/100mL 以下～16 MPN/100mL、女性用が全て 1 MPN/100mL 以下であり、大腸菌群、大腸菌ともに 300 MPN/100mL を下回っていた。11 月 28 日の男性用の大腸菌群は、2,420 MPN/100mL 以上であり、本分析方法の定量範囲を超えていた。この検体は 10 倍希釈で測定すれば、定量範囲内であったと推測され、大腸菌群数は 2,420～24,200 MPN/100mL と考えられた。

浄化槽では、建築基準法施行令第 32 条に放流水 1cm^3（1mL）当たり大腸菌群数 3,000 個以下が

浄化槽の性能として示されている。実証試験結果である MPN 法の大腸菌群数を 1mL 当たりに換算すると、男性用が最大で 242 個以下、女性用はすべて 1 個以下であり、本実証試験では循環水は男性用、女性用ともに浄化槽の放流水の性能である大腸菌群数 3,000 個/mL を十分に下回っていると考えられる。

＜使用人数と水質の関係＞

累積使用人数と固形物の関係において、第一曝気槽では男性用、女性用ともに、使用人数の増加に伴い、SS の減少傾向がみられ、給水槽では増加傾向が認められた。

これは、本装置は、男性用では受入槽から第三曝気槽まで、女性用では受入槽から第二曝気槽まで、沈殿槽の前まではばっ気撹拌を行っているため、SS が受入槽から第三曝気槽ではあまり蓄積しなかったと考えられる。沈殿槽、濾過槽では捕捉された SS は 1 日 2 回、ポンプにより受入槽に移送されるが、給水槽は循環水を貯留するため、徐々に SS が蓄積したと考えられる。

累積使用人数と BOD の関係において、男性用、女性用ともに、実証試験期間の使用人数では、循環水の性能提示値である BOD20mg/L を超えることはなかった。

累積使用人数と全窒素の関係において、男性用、女性用ともに、使用人数の増加に伴い全窒素は蓄積する傾向を示した。

累積使用人数と塩化物イオンの関係において、男性用、女性用ともに、使用人数の増加に伴い塩化物イオンは蓄積する傾向を示したが、給水槽では、水位低下による水道水補給の影響により、増加速度のばらつきがみられた。回帰式より、使用人数 1 人当たりの塩化物イオンは男性用 0.879mg/L、女性用 1.30mg/L であり、処理装置内が全て均一濃度と仮定するとそれぞれの初期水量 1,360L 及び 860L から、使用人数 1 人当たりの塩化物イオン量は 1.20g 及び 1.12g と算出される。これは、浄化槽で用いられるし尿量 1 人 1 日当たり 1L 及びし尿の塩化物イオン 5,500mg/L から得られる塩化物イオン量の約 1/5 であり、1 人 1 日当たりのトイレの回数が一般的には 7 回程度と言われており、実証試験で得られた塩化物イオン量はほぼトイレ 1 回分に相当した。

＜追加試験　―　建設現場に設置された AQL-YS-150Ⅲの稼動状況結果　―＞

気仙沼における実証試験での実負荷が小さかったことを補完するため、使用人数の多い札幌市の建設現場に設置された AQL-YS-150Ⅲの稼動状況等の調査を行い、その結果を参考データとして示した。

10 月 6 日～1 月 7 日における累積使用人数は 5,785 人、1 日当たりの使用人数は 62 人/日であり、平常時の処理能力の 62%の負荷であった。12 月 18 日～12 月 20 日は、1 日当たりの使用人数が 144 人/日と利用集中時の処理能力 150 人/日とほぼ同様な負荷であった。

外気温、湿度、降水量については、札幌管区気象台の月ごとの降水量、気温、湿度と気温、降水量の変化を気象庁ホームページ気象統計情報から引用した。

気温は、－13.5～23.0℃で推移した。湿度は平均 67～73%、最小 30～37%で推移し、10 月においても平均気温は 10℃を下回る時があり、11 月に入ると最高気温もほぼ 10℃を下回っており、処理槽内の水温低下による生物処理機能の低下が懸念された。

SS については、気仙沼と同様、第一曝気槽では減少傾向を示し、沈殿槽、給水槽では増加傾向を示した。

給水槽の BOD は、1 月 8 日が 66mg/L であった。これは、使用人数が多く負荷が高かったことと水温が低下し生物処理機能が低下したためと考えられる。

窒素については、各槽ともアンモニア性窒素濃度及び割合が高く、硝化反応が進行していないことが示され、日数の経過に伴い全窒素の蓄積傾向が認められた。

塩化物イオンは、日数の経過に伴い各槽で蓄積傾向を示し、1 月 8 日ではほぼ汲み取りし尿に近い濃度となった。また、色度も、各槽で増加傾向を示した。

6-6　試験結果の全体的まとめ

＜稼動条件・状況＞

気仙沼における実証試験期間中の最高気温は、33.9℃、最低気温は、－9.2℃、大船渡の最高気温は、34.5℃、最低気温は－8.6℃であった。これは、2011 年の 1 月及び 8 月～12 月の気仙沼における最高気温、最低気温とほぼ同様であった。

実証試験期間における消費電力量の合計は、男性用が 2,450kWh、女性用が 1,530kWh であり、1 日当たりの平均消費電力量は男性用が 13.3kWh/日、女性用が 8.29kWh/日であった。

1 日当たりの消費電力量の変化をみると、男性用、女性用ともに外気温等が低下した 10 月以降増加傾向が認められた。これは、受入槽内のヒーターが 25℃の設定になっており、外気温とともに槽内水温が低下した 10 月以降、頻繁にヒーターが稼動したためと考えられる。

ヒーターの稼動がなく、消費電力量がほぼ一定である 10 月 10 日までを夏季とし、ヒーターが稼動し段階的に消費電力量が上昇している 10 月 11 日以降を冬季とし、それぞれの 1 日当たりの消費電力量を求め、装置の仕様と比較したところ、1 日当たりの平均消費電力量は、女性用の夏季では実証試験結果のほうが装置の仕様より 0.63kWh/日少なかったが、男性用の夏季は 2.77kWh/日、冬季は 3.80kWh/日、女性用の冬季は 1.59kWh/日、実証試験結果のほうが装置の仕様より多かった。女性用の夏季において、実証試験結果のほうが仕様より消費電力量が小さかったのは、使用人数が少なく、循環水を給水槽からトイレ便器のロータンクへ移送するポンプの稼動が少なかったためと考えられる。

夏季と冬季の消費電力量の差は、便器ヒーター及び受入槽ヒーター（合わせて、「ヒーター」とする）の稼動による消費電力量と考えられる。ヒーターの稼動分として、実証試験結果では男性用 5.47kWh/日（仕様との差 1.03kWh/日）、女性用 5.02kWh/日（同 2.18kWh/日）であり、仕様との差でみると女性用の消費電力量のほうが多かった。これは、男性用、女性用とも気温及び水温の低下により仕様に示されたヒーターの稼動率（便器ヒーターが 50%、受入槽ヒーターが 30%）より多くヒーターが稼動したが、女性用では男性用に比べてさらに稼働率が高かったためと考えられる。

男性用では、夏季の消費電力量が仕様より約 40%多く、それに加えて冬季ではさらにヒーターの稼動分 5.47kWh/日が上乗せされいる。また、女性用では、夏季の消費電力量は仕様の約 89%であり、それに加えて冬季はヒーターの稼動分 5.06kWh/日が上乗せされている。装置の仕様における消費電力量については、ヒーターの稼動率等を検討し、見直す必要がある。

なお、実証試験結果から、第二曝気槽の水温が 1℃低下すると、受入槽のヒーターによる消費電力量が男性用では 0.94kWh/日、女性用では 0.47kWh/日の増加が見込まれる。

実証試験期間の使用人数の合計は女性用 1,869 人、男性用（小大便器合計）4,921 人、1 日当たりの平均使用人数は女性用 10 人/日、男性用 27 人/日であった。また、この期間の最高使用人数は、女性用 50 人/日（8 月 14 日）、男性用 75 人/日（8 月 15 日）であった。さらに、実証試験期間を 1 週間ごと（7 日間、火曜日から翌週月曜日）に区切って 1 日当たりの平均使用人数をみたところ、男性用で 17～38 人/日、女性用で 6～24 人/日であり、平常時の処理能力に対してそれぞれ 17～38%、10～40%であった。

＜維持管理性能＞

日常維持管理に示された作業は、容易に実施できた。また、専門維持管理に示された作業は、一回当たり 2 人で 2 時間程度のものを計 4 回実施し、その作業は容易に実施できた。

本実証試験期間中においては、発生物の搬出・運搬はなかったが、徐々に汚泥の蓄積、槽内混合液濃度の増加がみられた。

本実証試験期間中に、女性用において、生理用品投入による便器の詰まりが 8 月 30 日にあった。生理用品を取出し、トイレブース内にゴミ箱を設置し、対応した。

維持管理マニュアルについては、主要機器一覧、製品仕様についての記述がないことや異常時の対策・処置が分かり難いこと等が課題といえる。

＜室内環境＞

実証試験期間中の8月9日から1月9日の女性用トイレブースにおける室温及び湿度を測定した。

室温は最高温度 37.4℃、最低温度－3.7℃であり、湿度は 27～99%で推移した。

実証試験期間中に、アクアレット利用者へ「室内環境アンケート」を行った。その結果を見ると、トイレ室内の臭気については「許容範囲内」が 51%で最も高く、「快適である」（33%）と合わせると全体の 83%が許容範囲であった。同様に、洗浄水の色や濁りについても「全く気にならない」（74%）と「許容範囲内である」（22%）を合わせると 96%となり、臭気がほとんど気にならない状況と言える。また、臭気が許容範囲内であると感じている場合では、洗浄水の色や濁りも全く気にならないか許容範囲内であると回答されていることから、大部分の利用者が臭気、洗浄水の色や濁りを気にしていないと言える。

自由回答では、便座にヒーターを入れていないため「便座が冷たい」という指摘が見られた。その他では「大量の時にトイレットペーパーが詰まりやすい」、「鍵が閉めにくい」、「ドアの施錠がしにくい」という設備面の意見が見られたものの少数である。これらの問題は機器そのものの問題というよりは使用方法の工夫などで、解決可能な問題と考えられる。

総合的には室内環境は臭気も許容範囲で、洗浄水の色や濁りも比較的少なく利用者からは好評価が得られた。

＜周辺環境への影響＞

実証対象装置は水循環式であり、増加した水量分はバキューム車等により引抜かれ、し尿処理施設等に搬入されるため、排水による周辺環境への影響はない。

土地改変については設計処理能力にもよるが、本実証試験装置は便器と処理槽が一体型で設置面積が小さく、大規模な地形変更は実施されない。

排オゾンは、処理装置内及び周辺ともに、ほとんど検出されず、周辺環境への影響は少ないものと考えられる。

＜処理性能＞

実証試験の結果、本処理方式における処理性能に関して得られた知見を以下に示す。

○現場測定結果

処理装置内の温度は男性用 2.3～50.3℃（平均 23.7℃）、女性用－0.7～40.2（平均 18.0）で男性用が高く、湿度は男性用 9～65%（平均 38%）、女性用 23～81（平均 59%）で女性用が高かった。

処理槽内の水温は、男性用給水槽では、9.7～29.7℃（平均 20.0℃）、第二曝気槽で 13.6～30.6℃（平均 22.1℃）と第二曝気槽の方が高く、女性用給水槽では 2.6～27.7℃（平均 16.7℃）、第二曝気槽で 8.7～28.8℃（平均 19.6℃）と第二曝気槽の方が高かった。これは、受入槽にヒーターが設置され、暖められた受入槽内水が第一曝気槽を経て、第二曝気槽へ流入した影響と考えられる。

各槽の pH は、男性用で 5.7～8.3、女性用で 4.5～8.5 で推移し、単位装置及び調査日によって硝化反応の進行による pH の低下が認められた。

各槽の電気伝導率は日数の経過に伴い増加傾向を示したが、給水槽は水位低下による水道水補給の影響により、増加速度のばらつきがみられた。

○処理工程水、循環水の水質分析結果

処理工程水、循環水の水質分析結果から、男性用、女性用ともに BOD に比べて TOC が高い値であるのは、受入槽や第一曝気槽から第三曝気槽の間でトイレットペーパーが粉砕され繊維状になり、処理工程水及び循環水中に流出したためと考えられる。全窒素については、男性用、女性用ともに、日数の経過に伴い、蓄積傾向が認められた。また、無機性窒素の割合が高く、特に硝酸性窒素の割合が高く、硝化反応の進行が認められた。

塩化物イオンは、男性用、女性用ともに、増加傾向を示した。給水槽では、水位低下による水道水補給の影響により、増加速度のばらつきがみられた。色度は、処理過程により、減少傾向がみられた。特に、沈殿槽から給水槽においては、濾過槽内の活性炭による脱色効果と考えられる色度の低下がみられた。

大腸菌群数は、本実証試験の大腸菌群数を 1mL 当たりに換算すると、男性用が最大で 242 個以下、女性用はすべて 1 個以下であり、本実証試験では循環水は男性用、女性用ともに浄化槽の放流水の性能である大腸菌群数 3,000 個/mL を十分に下回っていると考えられる。

累積使用人数と固形物の関係において、第一曝気槽では男性用、女性用ともに、使用人数の増加に伴い、SS の減少傾向がみられ、給水槽では増加傾向が認められた。これは、本装置は、男性用では受入槽から第三曝気槽まで、女性用では受入槽から第二曝気槽まで、沈殿槽の前まではばっ気撹拌を行っているため、SS が受入槽から第三曝気槽ではあまり蓄積しなかったと考えられる。沈殿槽、濾過槽では捕捉された SS は 1 日 2 回、ポンプにより受入槽に移送されるが、給水槽は循環水を貯留するため、徐々に SS が蓄積したと考えられる。

○使用人数と水質との関係

累積使用人数と BOD の関係において、男性用、女性用ともに、実証試験期間の使用人数では、循環水の性能提示値である BOD20mg/L を超えることはなかった。

累積使用人数と全窒素の関係において、男性用、女性用ともに、使用人数の増加に伴い全窒素は蓄積する傾向を示した。

累積使用人数と塩化物イオンの関係において、男性用、女性用ともに、使用人数の増加に伴い塩化物イオンは蓄積する傾向を示したが、給水槽では、水位低下による水道水補給の影響により、増加速度のばらつきがみられた。回帰式より、使用人数１人当たりの塩化物イオン量は 1.20g 及び 1.12g と算出された。これは、浄化槽の塩化物イオン量の約 1/5 であり、1 人 1 日当たりのトイレの回数が一般的には 7 回程度と言われており、実証試験で得られた塩化物イオン量はほぼトイレ 1 回分に相当した。

７．本装置導入に向けた留意点

7-1　設置条件に関する留意点

7-1-1　自然条件からの留意点

本装置は処理技術として、回転接触材や紐状接触材による接触酸化等の好気性の生物処理を行い、さらに活性炭・オゾン処理を組み合わせて処理する技術を用いたことから、その生物処理に係わる自然条件の影響を考慮する必要がある。

本実証試験期間の冬季において、水温は 10℃を下回ることがあった。水温の低下は生物処理機能の低下に影響を与える。このような観点から水温低下を防止するためには、保温対策またはヒーターの設置箇所及び能力を検討する必要がある。また、トイレの洗浄水に処理水を循環して使用することから、配管系統に対する凍結防止、保温対策も必要である。

本実証試験は、海岸のフェリー乗り場で行われたが、山岳地域等に設置する場合には、設置場所の気象条件、特に、冬期間の気温、水温に留意する必要がある。中でも、地上部に設置されるトイレ室及び操作盤等は、結露、凍結、強風による破損防止策等に充分配慮した構造としなければならない。

冬期に閉鎖する場所では、処理槽部分について凍結防止の保温対策を講ずるか、閉鎖前に槽内水を全て引抜く等の対策が必要である。

7-1-2　社会条件からの留意点

トイレブース側は不衛生となりやすいので日常の清掃が欠かせない。さらに、設備、機器の日常的な点検、保守も機能を維持するうえで必須となる。日常管理を確実に行える体制を整えておくことが必要である。

非放流式の処理装置であるため、浄化槽法や水質汚濁防止法に抵触しないが、トイレとしては建築基準法に従う必要がある。また、設置される地域によっては自然公園法、森林法、河川法等も考慮する必要がある。一方、通常運転が開始されると負荷の程度にもよるが、定期的に余剰水（汚泥）の搬出が必要になることが考えられる。廃棄物処理法にも留意し、余剰水や汚泥の処理方法、輸送

手段、業者等についても検討しておく必要がある。

7-1-3　インフラ整備条件からの留意点

本装置は、ポンプ設備、工場生産型の処理槽、配管設備、電気・機器設備から成る処理装置とその上に設置されるトイレブースから構成される一体型の装置である。そのため、施工時には通常、地盤の掘削、コンクリート打設等は必要としないが、安定した地盤が確保できない場合には、それに代わる地盤改良を行う必要がある。また、施工時に搬入路が整備されているか否かによって、装置の搬入、施工に要する費用、日数、人員が左右されるので、導入にあたって工期や費用面の十分な検討が必要である。また、本装置は一体型であるため、施工に要する日数、人員に係る負荷が比較的小さい利点を有する。

本装置は初期水、電力が必要であるため、これらを確保できる地域が設置の条件となる。原則として、商用電力が確保できる地域が必須条件となる。さらに、初期水を確保するための方法、定期的な部品交換や保守作業の際の資機材の搬入対策、余剰水や汚泥を系外に搬出するための輸送手段等について十分な検討が必要である。特に余剰水や汚泥を系外に搬出するための輸送手段としてはバキューム車使用が条件となるため、施設（装置）の側までの道路が整備されていることが必要である。

7-2　設計、運転・維持管理に関する留意点

7-2-1　設計上の留意点

本装置の技術的特徴は、回転接触材や紐状接触材による接触酸化等の生物処理を行い、さらに活性炭・オゾン処理を組み合わせて、洗浄水を水洗式としたところにある。接触酸化等の生物処理により、SS や有機汚濁物質を除去し、この処理水をさらに活性炭・オゾン処理することで、脱色効果や消毒効果が期待できるため、衛生的で清澄な洗浄水として再利用することができる。

本装置の設計処理能力は、AQL-YS-150Ⅲで平常時 100 人（回）/日、集中時 150 人（回）/日、AQL-Y-100Ⅲで平常時 60 人（回）/日、集中時 90 人（回）/日であるが、本実証試験では、1 日当たりの平均利用人数はそれぞれ 27 人/日、及び 10 人/日で、平常時の設計処理能力の 1/4～1/5 の負荷状況であった。そのため、建設現場に設置された AQL-YS-150Ⅲ（ただし、オゾン及び菌活性液の使用はない）の追加試験を札幌で実施したが、1 日当たりの平均利用人数は 62 人/日であり、平常時の約 6 割の利用人数であった。装置設計に当たっては利用人数の予測や設置面積等十分な事前調査を行い、利用人数に応じた処理能力の装置を設計する必要がある。

本実証試験装置は処理装置とトイレブースが一体型であり、処理装置の空間は専門維持管理や試料の採取等の作業を行うには最低限の広さしか確保されておらず、通常では槽内の確認ができない単位装置もあった。処理装置を維持管理する作業者の作業性を確保する工夫が必要である。

本装置における処理の効率化は、受入槽から第三曝気槽（AQL-Y-100Ⅲでは第二曝気槽）までの生物処理の如何に大きく影響され、沈殿槽及び濾過槽での沈殿及び活性炭によるろ過効果に影響することが推察される。しかし、固液分離機能と固形物貯留機能を有する単位装置がないことから、受入槽を沈殿分離槽とする等、固液分離機能と固形物貯留機能を有する単位装置を設けることによって循環水の水質向上及び水質の安定につながるものと考えられる。

オゾン処理については、オゾン発生器の能力と接触方法を検討する必要がある。本実証試験装置

では、オゾンは給水槽に注入されるが、水深が浅いため、接触効率は低いと考えられる。また、、オゾン発生器の能力が低く、1 日当たりの使用人数が平常時の設計処理能力の 1/4～1/5 の負荷状況であったが、溶存オゾン、排オゾンはほとんど検出されず、オゾンの脱色性能については確認できなかった。

さらに、オゾンは腐食性があるため、配管等の部材を腐食し難いステンレス等の材質にすることの配慮が必要である。

処理槽からの排気に関して、排オゾン対策とも係わるが、排オゾンが高濃度になった場合、トラップの必要性、活性炭吸着等排オゾンの処理対策を検討する必要がある。

本実証試験では、増加水量分の余剰水については確認することができなかった。使用人数が少なく低負荷での運転であったため、槽内水とともに増加水量分の余剰水は蒸発し、洗浄水を確保するため、水道水を補給する状況であった。利用集中時などの利用人数が多く、高負荷である場合は余剰水が発生するのでそれを貯留し、平常時などの利用人数が少なく、低負荷時に洗浄水として利用できるような装置上の工夫が必要である。

7-2-2　運転・維持管理上の留意点

定期的な専門管理としては、汚水処理の進行状況を判断する水質管理、処理に伴って発生する汚泥の管理、増加水量の管理、及び設備機器の管理がある。

オゾン装置の運転方法について、本実証試験ではオゾン発生器の能力が低く、溶存オゾン、排オゾンはほとんど検出されず、十分な脱色効果や消毒効果が確認できなかったが、十分な能力のオゾン発生器に交換する場合においては、オゾン量が過剰になり、排オゾンとなる可能性があるので、過剰とならないように運転時間を調整すること、及び排オゾンが排出されてもトイレの利用者に影響がない時間帯でオゾン装置を稼動させる等の検討が必要である。

これまでのオゾン処理を用いた技術の実証試験では、オゾンによる有機物分解に伴う著しい発泡が認められ、処理機能に影響が認められた装置もある。通常負荷での発泡及びそれに伴う処理機能への影響を確認する必要がある。

濾過槽の活性炭については、交換頻度の検討が必要である。本実証試験では、利用人数が少なく、活性炭の交換にまで至らなかった。維持管理上、活性炭の交換時期の目安が必要と考えられる。また、メンテナンス・マニュアルによると、濾過槽内の活性炭約 30kg はスコップですくい取る方法で交換することになっているが、網に活性炭を入れて槽内に充填するなど交換作業を実施しやすいように工夫する必要がある。

増加水量分の余剰水は、装置全体に貯留され、汚泥（余剰水）の搬出が必要となる。本実証試験では使用人数が少なく低負荷であったため、汚泥（余剰水）の搬出は行わなかったが、装置容量に対して使用人数が多く、高負荷である場合は、定期的に装置全体の水の入れ替えを行うことが必要と考えられる。また、簡易測定による大腸菌、大腸菌群を指標として槽内水の入れ換えを実施する等、維持管理上の措置を講じる必要がある。

本装置では、装置への負荷が軽減され循環水の水質向上が期待できるため、トイレットペーパーの分別処理を検討する必要がある。

本実証試験では、本装置の消費電力量が製品仕様に示されている消費電力量よりも大きいことが実証された。今後、エネルギー効率を考えて、ブロワや換気ファンの能力を検討したりして、電力

の消費量を抑える省エネルギーの運転を検討する必要がある。

また、事故や故障の発生時における、日常管理者、設置者、技術管理者、メーカー間の連絡体制を明確にしておくことが必要である。

８．課題と期待

実証試験により、本装置の稼動状況、維持管理性能、室内環境、処理性能、周辺環境への影響を確認したところ、「すでに適用可能な段階にあり、有用な先進的環境技術」であると考えられるが、改善すべき課題もある。

本実証試験において、本装置は、1 日当たりの平均利用人数が男性用 27 人/日、女性用 10 人/日で平常時の設計処理能力の 1/4～1/5 の負荷状況であった。設置者は、利用者数の予測や設置面積等十分な事前調査を行い、利用人数に応じた処理能力の装置を設置する必要がある。

なお、この技術は、電気、水、道路等のインフラが整備されている地域に適している技術である。インフラが整備されていない山岳地域等で本技術を適用することは難しいと思われるが、インフラの整備されている山岳、山麓、海岸、離島、河川敷、観光地等では有効である。

また、オゾン発生器の能力と接触方法、活性炭の交換時期等、装置的な課題と維持管理上の課題が残されている。

本技術は高度な処理技術であり、それを維持していくためには日常的及び専門的な維持管理は不可欠である。また、試験期間の制約から機器類の故障までは確認することができなかったが、実際の運用にあたっては、機器類の故障への対応は必ず必要とされる維持管理作業であり、今後の運用や経年実証試験において確認することが望ましい。

本技術のような先進的環境技術が普及することにより、自然環境の豊かな自然公園等の環境保全に大きく寄与することが期待される。